

日 本 国 特 許 庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

17.04.98
#3
3/28/2000
REC'D 01 MAY 1998
WIPO PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application:

1997年 4月23日

出 願 番 号
Application Number:

平成 9年特許願第105518号

出 願 人
Applicant (s):

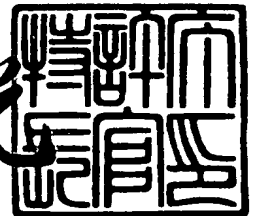
シャープ株式会社

PRIORITY DOCUMENT

1998年 3月27日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Patent Office

荒井寿光



出証番号 出証特平10-3022936

【書類名】 特許願

【整理番号】 97-01145

【提出日】 平成 9年 4月23日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02F 1/1335
G06F 3/033

【発明の名称】 反射型液晶表示装置及びそれから構成されるタッチパネル一体型反射型液晶表示装置

【請求項の数】 9

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社内

 【氏名】 岡本 正之

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社内

 【氏名】 三ツ井 精一

【特許出願人】

 【識別番号】 000005049

 【郵便番号】 545

 【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

 【氏名又は名称】 シャープ株式会社

 【代表者】 辻 晴雄

 【電話番号】 06-621-1221

【代理人】

 【識別番号】 100096622

 【郵便番号】 545

 【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社内

【弁理士】

【氏名又は名称】 梅田 勝

【電話番号】 06-621-1221

【連絡先】 電話 043-299-8466 知的財産権センター
東京知的財産権部

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 012313

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9703282

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 反射型液晶表示装置及びそれから構成されるタッチパネル一体型反射型液晶表示装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 電極を有する光反射性の第1の基板と、透明電極を有する透明な第2の基板と、前記第1の基板と前記第2の基板との間に正の誘電異方性を有するツイストされたねじれネマティック液晶が挟持された液晶層とから成る液晶駆動セルを備え、該液晶駆動セルの前記第2の基板の表示面側に第1の光学位相差補償板、第2の光学位相差補償板、及び偏光板が配置されて構成される反射型液晶表示装置において、

前記第1の光学位相差補償板の基板方法線方向のリタレーションが100nm以上180nm以下であり、前記第2の光学位相差補償板の基板方法線方向のリタレーションが200nm以上360nm以下であり、かつ、前記偏光板の透過軸又は吸収軸と前記第1の光学位相差補償板の遅相軸とのなす角度を θ_1 として前記偏光板の透過軸又は吸収軸と前記第2の光学位相差補償板の遅相軸とのなす角度を θ_2 としたとき $|2 \times \theta_2 - \theta_1|$ の値が35度以上55度以下であり、かつ、前記液晶層のツイスト角が60度以上100度以下の範囲であると共に、該液晶層の液晶の複屈折率差と液晶層厚との積が250nm以上330nm以下であり、かつ、前記第2の基板近傍の液晶分子の配向方向と前記偏光板の透過軸又は吸収軸とのなす角度 θ_3 が20度以上40度以下又は110度以上130度以下であることを特徴とする反射型液晶表示装置。

【請求項2】 請求項1に記載の反射型液晶表示装置において、前記光反射膜がなめらかで連続的に変化する凹凸形状を有し、該光反射膜が導電性材料から成ることを特徴とする反射型液晶表示装置。

【請求項3】 請求項2に記載の反射型液晶表示装置において、前記光反射膜のなめらかで連続して変化した凹凸形状が基板平面内の方位によって異なる方向性を有することを特徴とする請求項2に記載の反射型液晶表示装置。

【請求項4】 請求項1から3のいずれか1項に記載の反射型液晶表示装置において、前記液晶層のツイスト角が65度以上90度以下の範囲であると共に

、該液晶層の液晶の複屈折率差と液晶層厚との積が250nm以上300nm以下であり、かつ、前記第2の基板近傍の液晶分子の配向方向と前記偏光板の透過軸又は吸収軸とのなす角度 θ_3 が110度以上130度以下であることを特徴とする反射型液晶表示装置。

【請求項5】 請求項1から4のいずれか1項に記載の反射型液晶表示装置において、前記第2の基板近傍の液晶分子の配向方向と前記偏光板の透過軸又は吸収軸とのなす角度 θ_3 が110度以上130度以下であり、観察方位が前記第2の基板近傍の液晶分子の配向方向から90度の方向と表示面の法線とを含む平面内の方位に設定されることを特徴とする反射型液晶表示装置。

【請求項6】 請求項1から3のいずれか1項に記載の反射型液晶表示装置において、前記第2の基板近傍の液晶分子の配向方向と前記偏光板の透過軸又は吸収軸とのなす角度 θ_3 が20度から40度であり、観察方位が前記第2の基板近傍の液晶分子の配向方向と表示面の法線とを含む平面内の方位に設定されることを特徴とする反射型液晶表示装置。

【請求項7】 請求項3に記載の反射型液晶表示装置において、前記第2の基板近傍の液晶分子の配向方向と前記偏光板の透過軸又は吸収軸とのなす角度 θ_3 が110度以上130度以下であり、観察方位が前記第2の基板近傍の液晶分子の配向方向から90度の方向と表示面の法線とを含む平面内の方位に設定され、かつ、該観察方位が前記光反射膜の平均凹凸周期の異なる基板平面内の方位のうち短い方位と表示面の法線を含む平面内に設定されることを特徴とする反射型液晶表示装置。

【請求項8】 請求項3に記載の反射型液晶表示装置において、前記第2の基板近傍の液晶分子の配向方向と前記偏光板の透過軸又は吸収軸とのなす角度 θ_3 が20度から40度であり、観察方位が前記第2の基板近傍の液晶分子の配向方向と表示面の法線とを含む平面内の方位に設定され、かつ、該観察方位が前記光反射膜の平均凹凸周期の異なる基板平面内の方位のうち短い方位と表示面の法線を含む平面内に設定されることを特徴とする反射型液晶表示装置。

【請求項9】 請求項1から8のいずれか1項に記載の反射型液晶表示装置から構成されるタッチパネル一体型反射型液晶表示装置であって、

前記第1の光学位相差補償板と前記第2の基板との間に、層状の空隙を備えて外部からの押圧力を感知する平面状感圧素子が挟持されて構成されるタッチパネル一体型反射型液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ワードプロセッサ、ノート型パソコン等のオフィスオートメーション（OA）機器や、各種映像機器およびゲーム機器等に使用され、直視式のバックライトを必要としない構成の反射型液晶表示装置及びそれから構成されるタッチパネル一体型反射型液晶表示装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

現在、カラーディスプレイとしては、薄型、軽量等の特徴を有するものである液晶表示装置が実用に付されている。そして、カラー液晶表示装置の中でも、特に広く用いられているものは、背景に光源を用いた透過型液晶表示装置であり、上記のような特徴により、各種分野に用途が拡大している。

【0003】

一方、この透過型液晶表示装置と比較すると、反射型液晶表示装置は、その表示においてバックライトを必要としないので、光源の電力が削減可能であると共に、バックライトのスペースや重量が節約できる等の特徴を有している。即ち、反射型液晶表示装置は、消費電力の低減が実現でき、軽量薄型を目的とする機器に適している。その一例として、機器の動作時間を同一にするよう作製すれば、バックライトのスペースと重量が節約できるだけでなく、電力消費量が小さいので、小型のバッテリーを用いることが可能になり、一層の小型軽量化が可能となる。あるいは、機器の大きさまたは重量を同一にするように作製すれば、大型のバッテリーに用いることで、動作時間の飛躍的な拡大が期待できる。

【0004】

また、表示のコントラスト特性の面において、発光型表示装置であるCRT等では日中の屋外で大幅なコントラスト比の低下が見られたり、低反射処理の施さ

れた透過型液晶表示装置でも直射日光下等の周囲光が表示光に比べて非常に強い場合に同様に大幅なコントラスト比の低下が避けられない。これに対し、反射型液晶装置は、周囲光量に比例した表示光が得られ、携帯情報端末機器やデジタルカメラ、携帯ビデオカメラ等の屋外での使用には、特に好適である。

【0005】

このように非常に有望な応用分野を有しながら、十分なコントラスト比や反射率、多色カラー化、高精細表示や動画への対応等の性能が不十分なため、現在まで十分な実用性を有する反射型カラー液晶装置は得られていない。

【0006】

以下、反射型液晶表示装置についてさらに詳述する。従来のツイステッドネマティック（TN）型液晶素子は偏光板を2枚用いる構成のため、コントラスト比やその視角依存性の特性に優れているが、必然的に反射率が低い。また、液晶変調層と光反射層の距離が基板等の厚みだけ離れているために、照明光の入射時と反射時の光路のずれに伴う視差が生じてしまう。このため、特に、1層の液晶変調層に色要素毎に異なる画素を与えたカラーフィルタを組み合わせる通常の透過型液晶ディスプレイに用いられる構成では、光の進行方向が基板法線方向から傾斜している場合に、周囲光が入射時に通過する色要素とその光が反射後に通過する色要素とが異なることになる。このような場合、モアレ等の不具合が生じ、カラーの高解像度、高精細表示装置には向いていない。これらの理由により、この表示モードを用いた反射型のカラー表示は実用化に至っていない。

【0007】

これに対し、偏光板を用いない、もしくは1枚のみ用いて、染料を液晶に添加したゲストホスト型液晶素子（以下GHと略す）が開発されてきたが、染料を添加しているため信頼性に欠け、また染料の2色性比が低いため高いコントラスト比が得られないといった問題がある。この中でも、特にコントラストの不足は、カラーフィルタを用いるカラー表示においては、色純度を大幅に低下させるため、色純度の高いカラーフィルタと組み合わせる必要がある。このため、色純度の高いカラーフィルタのために明度が低下し、偏光板を用いないことによる本方式の高明度という利点が損なわれるという問題がある。

【0008】

これらを背景に、高解像度、高コントラスト表示の期待できる1枚の偏光板を用いた方式（以下1枚偏光板方式と称する）の液晶表示素子が開発されている。その一例としては、偏光板1枚と1/4波長板とを用いた反射型TN（45°ツイスト型）方式の液晶表示装置が、特開昭55-48733号公報に開示されている。この液晶表示装置においては、45°ねじれた液晶層を用い、印加される電界を制御することによって、入射直線偏光の偏波面を1/4波長板の光軸に平行な状態と45°ねじれた状態との2つの状態を実現して白黒表示を行っている。この液晶セルの構成は、入射光側から偏光子、45°ツイスト液晶セル、1/4波長板、反射板となっている。さらに、USP4,701,028（Clercら）には、偏光板1枚と1/4波長板と垂直配向液晶セルとを組み合わせた反射型垂直配向方式の液晶表示装置が開示されている。

【0009】

また、本願発明者は、偏光板1枚と平行配向液晶セルと光学位相差補償板とを組み合わせた反射型平行配向方式について出願している（特開平6-167708号公報参照）。この反射型液晶表示装置は、ホモジニアス（平行）配列させた液晶層からなる液晶セルと、反射板（液晶層の下部で液晶セル内部に配置）と、偏光板（液晶セルの上部に配置）と、1枚の光学位相差補償板（液晶セルと偏光板との間に配置）とから構成されるものである。そして、この表示モードでは、光路が入射光路と出射光路と合わせて、偏光板を2回、液晶セルのガラス基板（上基板）上の吸収が避けられない透明電極を2回しか通過しない。したがって、この反射型液晶表示装置の構成では、高い反射率を得ることができる。

【0010】

また、ツイストしたネマティック液晶層を反射板（液晶セル内面に配置）と1枚の偏光板との間に配置した構成が、特開平2-236523号公報に開示されている。さらに、Fourth Asian Symposium on Information Display (Chung-Kuang Wei et al., Proceedings of the Fourth Asian Symposium on Information Display, 1997, p25、以下ASID97と略記する)には、90度ツイストしたネマティック液晶を反射板（セル内面に配置）と広帯域を実現した1/4波長板及び

偏光板と間に配置した構成が開示されている。また、特開平4-116515号公報には、円偏光を入射して、表示に用いる液晶表示装置が開示されている。

【0011】

これらの特開平6-167708号公報、特開平2-236523号公報、ASID97、特開平4-116515号公報に示されるような1枚偏光板方式の表示原理について説明する。入射側に配置された偏光板は、入射光と出射光との偏光の直線成分のうち1方向のもののみを通過させ、他方向のものを吸収する働きを持つ。そして、偏光板を通過した入射光は、 $\lambda/4$ 板等の光学位相差補償板によって偏光状態が変化したり（特開平6-167708号公報、ASID97の場合）、あるいはそのまま（特開平2-236523号公報の場合）液晶層に入射され、液晶層を通過するとさらに偏光状態が変化して反射板へと到達する。

【0012】

さらに、反射板に到達した光は、入射時と逆の順序で偏光状態が変化しながら、液晶層、 $\lambda/4$ 板等を通過することにより、最終的な偏光板の透過方位の偏光成分の割合が液晶層全体の反射率を決めることになる。つまり、出射時の偏光板通過直前の偏光状態が、偏光板の透過方位の直線偏光にある場合に最も明るく、偏光板の吸収方位の直線偏光であれば最も暗くなる。

【0013】

これらの状態を、液晶表示装置に垂直に入射および出射する光に対して実現するための必要十分条件は、明状態に対しては反射板上での偏光状態が任意の方位の直線偏光となること、また、暗状態に対しては反射板上で右または左の円偏光となることであることが知られている。

【0014】

また、携帯型の情報機器においては、従来より用いられているキーボードに加え、タッチパネルが有力な入力手段になる。特に、キーボードからの入力を変換する必要のある言語、例として日本語等の入力においては、情報処理能力の高度化、ソフトウェアの発展に伴ってタッチパネルを、単なるポインティングデバイスとしてではなく、手書き直接入力等の入力装置として使用することが一般的になってきた。

【0015】

このような入力形態の場合、表示装置前面に入力装置を重ねて配置することが行われている。しかし、反射型の液晶表示装置においては反射光を表示に利用するため、タッチパネルの低反射処理の手段は下部に設置される反射型液晶装置の表示を損なうものであってはならない。例えば、特開平5-127822号公報にタッチパネルに1/4波長板と偏光板を重ねて低反射処理を行うことが開示されている。

【0016】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記従来技術のうち特開昭55-48733号公報に記載された液晶表示装置では、液晶層と反射板との間に1/4波長板を設ける必要があるが、原理上、液晶セルの内側に反射膜を形成することが難しく、高解像度、高精度表示に適さない。

【0017】

また、上記USP4,701,028に記載された垂直配向方式の液晶表示装置では、以下のような問題がある。まず、垂直配向、特に傾斜垂直配向は制御が極めて困難であり、このような制御を実現するためには構成が複雑になるので量産に適さない。また、垂直配向は応答速度が遅いといった欠点もあった。

【0018】

また、上記反射型平行配向方式では、液晶セルと光学位相差補償板との波長分散のために着色が生じた。このように従来構成では、暗状態に色付きが生じ易く、白黒は実現できないといった問題点が生じていた。

【0019】

また、上記特開平2-236523号公報や特開平4-116515号公報の構成では、偏光板を2枚用いる構成に比べて明状態の反射率が高くなるが、暗状態の透過率の波長依存性が大きく良好な黒表示は実現されていない。

【0020】

また、液晶層の複屈折率差と層厚との積である $\Delta n d$ は、200nm前後と非常に小さい値が要求される。この値は、一般的な液晶材料である Δn が0.06

5以上の液晶材料を用いて液晶パネルを作製した場合、液晶層のセルギャップは概ね $3\mu\text{m}$ と、非常に小さな値になり、製造に困難を伴うものであった。特に、液晶材料の Δn （複屈折率差）について考えると、常温における値が0.063未満のものでは、誘電異方性が大きくできず電気駆動時の駆動電圧が上昇したり、表示に用いる液晶のうちネマティック相をとる温度範囲が狭く、液晶表示装置の使用や保存温度範囲が制限され、携帯用機器への使用において実用性に乏しい。

【0021】

一方、液晶層厚 d の値について考えると、現在広範に使用されているTFT方式の透過型液晶表示装置の製造工程の条件である $4\sim 5\mu\text{m}$ 程度の値にすることは、設備増設のための設備負担がかさむ。そのみならず、そこにいたる製造工程全般のクリーン度を厳しくする管理する必要があり、それを行わないと歩留まりの低下による価格上昇を引き起こす。さらに、このような製造工程全般のクリーン度を厳しくする管理すようにしても、同様に設備負担による価格上昇を招き、実用性に欠ける。特に、液晶層厚 d を $3.5\mu\text{m}$ 以下にすると、これらの傾向が強くなる。

【0022】

また、上記ASID97に開示された表示モードでは、白黒表示が可能であるが、上記従来技術（特開平2-236523号公報）と同様に Δnd は 230nm 程度と非常に小さくする必要があり、同様に困難を伴うものである。さらに、これに文献の広帯域に作製された $1/4$ 波長板の構成事体が開示されておらず、それがどのようなものか不明である。

【0023】

一方、タッチパネル一体型反射型液晶表示装置において、反射型液晶表示装置として実用可能な性能が実現された場合であっても、タッチパネルを配置すると視認性を極度に悪化させる問題があった。すなわち、透過型液晶装置やその他の発光型表示装置におけるタッチパネルを配置した場合の視認性の低下が、タッチパネルの反射光を生じる原因となっている光源（例えば天井灯等）による光を取り除くことや、その方向を変更することにより容易に解決可能なのに比べ、反射

型表示装置においては、同一の光源が、タッチパネルの反射を生じ、かつ、表示装置の表示光源となっているため、上記のような解決が計れないというものである。そのため、この視認性低下の解決が、表示装置の実現とともに実用的な低消費電力の携帯情報機器の実現の鍵を握っている。

【0024】

また、特開平5-127822号公報に示されているタッチパネルの構成は、 $1/4$ 波長板の作用によって反射を防止する効果を有するものの、通常の $1/4$ 波長板は可視域の特定波長に対して反射防止機能が優れるが、その波長の前後の波長では反射防止能力の低下は避けられない。さらに、下部に設置した表示装置の偏光状態が、この $1/4$ 波長板と偏光板の組み合わせで得られる円偏光子の透過光成分をどの程度含むかによって表示の明るさが決定される。

【0025】

すなわち、下部に実質的に偏光特性を持たない表示装置（例として、 360 度ツイスト液晶に色素を混入したホワイトテラー型ゲストホスト液晶装置）を使用すると、反射効率は、タッチパネル前面の偏光板の透過率により、タッチパネルを使用しない場合の最大でも $1/2$ になる。別の例として、下部の表示装置が直線偏光を表示に利用する場合（例えば、タッチパネルと液晶セルの間隙にさらに偏光板を配したTN型又はSTN型液晶表示装置）である場合にも、同様にタッチパネルを使用しない場合の最大 $1/2$ の効率になる。さらに、この例のものでは、 $1/4$ 波長板の位相差が光の波長に依存するため、これを偏光板で狭持する配置になって、色調が変化してしまう。いずれの場合も明度が不足し、背景光等の明度向上手段の無い反射型液晶表示装置との組み合わせとしては不適當である。

【0026】

これらのことから、特開平5-127822号公報に記載のタッチパネルの更なる反射防止機能の向上が必要であり、さらに、この公報にそのようなタッチパネルに入射した外光を反射型液晶表示装置に利用するための好適な構成が開示されていない。

【0027】

本発明は、上記のような課題を解決するためになされたものであって、高解像度表示可能な1枚偏光板方式の反射型液晶表示装置の問題点を解決し、コントラスト比が高く見易い視認性に優れたカラー表示可能な反射型液晶表示装置、及びその反射型液晶表示装置から構成され押圧感知入力装置を配置しても表示を損なわないタッチパネル一体型反射型液晶表示装置を提供することを目的としている。

【0028】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため、請求項1に記載の発明では、電極を有する光反射性の第1の基板と、透明電極を有する透明な第2の基板と、第1の基板と第2の基板との間に正の誘電異方性を有するツイストされたねじれネマティック液晶が挟持された液晶層とから成る液晶駆動セルを備え、その液晶駆動セルの第2の基板の表示面側に第1の光学位相差補償板、第2の光学位相差補償板、及び偏光板が配置されて構成される反射型液晶表示装置において、第1の光学位相差補償板の基板方法線方向のリタデーションが100nm以上180nm以下であり、第2の光学位相差補償板の基板方法線方向のリタデーションが200nm以上360nm以下であり、かつ、偏光板の透過軸又は吸収軸と第1の光学位相差補償板の遅相軸とのなす角度を θ_1 として偏光板の透過軸又は吸収軸と第2の光学位相差補償板の遅相軸とのなす角度を θ_2 としたとき $|2 \times \theta_2 - \theta_1|$ の値が35度以上55度以下であり、かつ、液晶層のツイスト角が60度以上100度以下の範囲であると共に、その液晶層の液晶の複屈折率差と液晶層厚との積が250nm以上330nm以下であり、かつ、第2の基板近傍の液晶分子の配向方向と偏光板の透過軸又は吸収軸とのなす角度 θ_3 が20度以上40度以下又は110度以上130度以下であることとしている。

【0029】

請求項1に記載の発明は、本願発明者らが、視差を生じない構成が可能で高解像度表示を実現可能な1枚偏光板方式の反射型液晶表示装置において、明状態と暗状態の実現に必要な反射板上での異なる偏光状態を電氣的に切り替え可能なも

のを各種検討した結果、液晶層に電圧を印加した状態で液晶表示装置の暗状態を実現するように偏光板と光学位相差補償板とを備えて構成することにより、液晶層の製造工程に高い精度を要求することなく良好な暗状態を実現可能なものを見出したものである。

【0030】

さらに、このような偏光状態を実現する偏光板と光学位相差補償板との構成を見出し、これらを用いて電圧の低い状態で十分な明状態を実現するもののうち、上記従来技術よりもより容易に製造可能な反射型液晶表示装置を見出したものである。すなわち、請求項1に記載の発明によれば、上記のような2枚の光学位相差補償板と液晶層とを採用し、それらの配置関係を上記のようにすることにより、上記従来技術の課題を解決し、表示特性に優れた反射型液晶表示装置の実現が可能となる。なお、偏光板の透過軸と吸収軸とは、互いに直交する関係にあるものである。

【0031】

さらに、請求項2に記載の発明では、上記の反射型液晶表示装置において、光反射膜がなめらかで連続的に変化する凹凸形状を有し、その光反射膜が導電性材料から成ることとしている。

【0032】

請求項2に記載の発明によれば、上記反射型液晶表示装置の高解像度表示可能な反射率変調方法を損なわないように、不要な散乱が無く、平坦な鏡面と同様に偏光に対する攪乱作用（偏光解消作用）を持たない拡散性反射板として、拡散性の無い鏡面性の反射板を使用して表示装置前面に散乱板を配置したものと比較して、格段に有効な反射特性を実現できる。また、光反射膜を導電性材料としているので、この光反射膜が第2の基板の透明電極と協働して液晶層への電圧印加電極としての機能をも果たすことができる。

【0033】

さらに、請求項3に記載の発明では、上記の反射型液晶表示装置において、光反射膜のなめらかで連続して変化した凹凸形状が基板平面内の方位によって異なる方向性を有することとしている。

【0034】

請求項3に記載の発明は、上記のような凹凸の平均周期が拡散性反射特性を特徴づけることを見出してなされたものであり、即ち、入射光を均一に拡散させるのにその平均凹凸周期を反射板の平面内の任意の方位に関して同様に設定して、この周期をその平面内の特定の方位に関して変更することにより、特定方位からの照明光を特定の方位に反射させる場合の反射率を大きくすることが可能とするものである。また、この発明は、特にゲストホスト方式に比べ良好な暗状態が実現する請求項1に記載の発明の構成に有効なものであり、さらに明るい反射型液晶表示装置を実現することが可能とするものである。

【0035】

また、請求項4に記載の発明では、上記の反射型液晶表示装置において、液晶層のツイスト角が65度以上90度以下の範囲であると共に、その液晶層の液晶の複屈折率差と液晶層厚との積が250nm以上300nm以下であり、かつ、第2の基板近傍の（第2の基板に接する）液晶分子の配向方向と偏光板の透過軸又は吸収軸とのなす角度 θ_3 が110度以上130度以下であることとしている。

【0036】

請求項4に記載の発明によれば、さらに、液晶層を駆動する電圧の低減が可能となり、しかも良好な白表示が実現できる。

【0037】

また、請求項5に記載の発明では、上記の反射型液晶表示装置において、第2の基板近傍の液晶分子の配向方向と偏光板の透過軸又は吸収軸とのなす角度 θ_3 が110度以上130度以下であり、観察方位が第2の基板近傍の液晶分子の配向方向から90度の方向と表示面の法線とを含む平面内の方位に設定されることとしている。

【0038】

また、請求項6に記載の発明では、上記の反射型液晶表示装置において、第2の基板近傍の液晶分子の配向方向と偏光板の透過軸又は吸収軸とのなす角度 θ_3 が20度から40度であり、観察方位が第2の基板近傍の液晶分子の配向方向と

表示面の法線とを含む平面内の方位に設定されることとしている。

【0039】

請求項5又は6に記載の発明によれば、上記のように観察方位を設定することにより、良好な視認性が確保できる。換言すれば、観察者の観察方位によって、 $\theta 3$ を設定すれば良好な視認性を得ることができる。また、観察者の観察方位を設定するような部材を表示面等に設けるなどして、良好な視認性が得られるように構成することもできる。

【0040】

また、請求項7に記載の発明では、上記の反射型液晶表示装置において、第2の基板上の液晶分子の配向方向と偏光板の透過軸又は吸収軸とのなす角度 $\theta 3$ が110度以上130度以下であり、観察方位が第2の基板近傍の液晶分子の配向方向から90度の方向と表示面の法線とを含む平面内の方位に設定され、かつ、その観察方位が光反射膜の平均凹凸周期の異なる基板平面内の方位のうち短い方位と表示面の法線を含む平面内に設定されることとしている。

【0041】

また、請求項8に記載の発明では、上記の反射型液晶表示装置において、第2の基板上の液晶分子の配向方向と偏光板の透過軸又は吸収軸とのなす角度 $\theta 3$ が20度から40度であり、観察方位が第2の基板近傍の液晶分子の配向方向と表示面の法線とを含む平面内の方位に設定され、かつ、その観察方位が光反射膜の平均凹凸周期の異なる基板平面内の方位のうち短い方位と表示面の法線を含む平面内に設定されることとしている。

【0042】

請求項7又は8に記載の発明によれば、さらに、上記のような良好な方位に拡散性反射板である光反射膜の明るい方位を設定することにより、特に優れた視認性を獲得することが可能となる。なお、この拡散性反射板の明るい方位は、一般には照明の方位と観察者の方位に依存するものの、様々な照明条件に対して良好な配置とできるものである。

【0043】

また、請求項9に記載の発明では、上記の反射型液晶表示装置から構成される

タッチパネル一体型反射型液晶表示装置であって、第1の光学位相差補償板と第2の基板との間に、層状の空隙を備えて外部からの押圧力を感知する平面状感圧素子が挟持されて構成されることとしている。

【0044】

また、請求項1に記載の反射型液晶表示装置においては、偏光板と2枚の光学位相差補償板を通過した光が概ね円偏光になっているので、それらよりも反射板側に偏光状態の変化を伴わない反射があったとしても、その反射光は出射時に偏光板に吸収される。そのため、携帯機器の入力装置として有用な感圧式入力装置（タッチパネル）の反射光が視認性の悪化を生じさせない。請求項9に記載の発明は、このように反射防止したタッチパネルと組み合わせる液晶表示装置として、そのタッチパネルを通過した円偏光を、位相差板や偏光板等を付加することなく、有効に表示に利用できる上記本発明の反射型液晶表示装置を、タッチパネルと組み合わせる液晶表示装置として極めて有効であることを見出しなされたものである。

【0045】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して説明する。

図1は、本発明による実施形態の反射型液晶表示装置の概略構成を示す要部断面図である。図1に示すように、この反射型液晶表示装置は、配向処理された配向膜2の形成された基板4と、同様に配向処理された配向膜3の形成された基板5とによって、正の誘電異方性を有するツイストされたねじれネマティック液晶が挟持されてなる液晶層1を備える。そして、下部の基板5上には、光反射膜7が配置されており、その光反射膜7の反射面は反射光の偏光性を保存する程度に滑らかな凹凸形状とすることが好ましい。さらに、その滑らかな凹凸形状は、光反射膜7の反射面で、方向によって異なる凹凸周期のものが好ましい。

【0046】

上部の基板4には透明電極6が形成され、下部の基板5上の光反射膜7が導電性材料により形成され電極の機能も果たし、これら透明電極6と光反射膜7とによって液晶層1に電圧が印加される。このように構成された電極対への電圧印加

手段として、アクティブ素子等が用いられてもよいが、特には限定しない。なお、光反射膜7が電極として機能しないものを用いた場合には、基板5側に別途電極を設ければ良い。

【0047】

そして、このように基板4、5及び液晶層1から構成される液晶駆動セルの基板4側の表示面上には、光学位相差補償板8と光学位相差補償板9とが配置され、さらにその上に偏光板10が配置されている。

【0048】

以下、光学位相差補償板8、光学位相差補償板9、及び偏光板10の各光学素子の光学特性とその作用について説明する。

本実施形態の反射型液晶表示装置は、液晶層1に偏光板10を通して外光等の照明光が入射され、照明光が入射された偏光板10側から観察されるものである。この偏光板10によって特定の方位の直線偏光成分のみが選択的に透過され、その入射直線偏光は光学位相差補償板9と光学位相差補償板8とによって偏光状態が変化される。

【0049】

ここで、請求項1に記載の構成、即ち、光学位相差補償板8の基板方法線方向のリタデーションが 100 nm 以上 180 nm 以下であり、光学位相差補償板9の基板方法線方向のリタデーションが 200 nm 以上 360 nm 以下であり、かつ、偏光板10の透過軸又は吸収軸と光学位相差補償板8の遅相軸とのなす角度を θ_1 として偏光板10の透過軸又は吸収軸と第2の光学位相差補償板9の遅相軸とのなす角度を θ_2 としたとき $|2 \times \theta_2 - \theta_1|$ の値が 35 度以上 55 度以下とすると、光学位相差補償板8を通過した後の入射光は概ね円偏光になる。このとき、左右のどちらの円偏光になるかはこれらの3つの光学素子（光学位相差補償板8、光学位相差補償板9、偏光板10）の配置に依存する。

【0050】

このことについて、一例として図2に示すように配置した場合について、より詳細に説明する。ただし、この例では、反射型液晶表示装置の入射光の方位から観察したものである。図2に示すように、偏光板10の透過軸を11、光学位相

差補償板 8 の遅延軸を 13、光学位相差補償板 9 の遅延軸を 12 とし、偏光板 10 の透過軸 11 と光学位相差補償板 8 の遅延軸 13 とのなす角度を $\theta 1$ 、偏光板 10 の透過軸 11 と光学位相差補償板 9 の遅延軸 13 とのなす角度を $\theta 2$ とし、それぞれが、 $\theta 1 = 75^\circ$ 、 $\theta 2 = 15^\circ$ になるように配置すると、液晶表示装置に入射した光は偏光板 10 と光学位相差補償板 9 および光学位相差補償板 8 を通過して、入射光は概ね右回り円偏光に近い偏光になる。

【0051】

そして、液晶層 1 に入射された入射光は、印加された電圧に対応して配列した液晶層 1 の複屈折にしたがって偏光状態を変化させて反射板に到達する。このとき、光反射膜 7 上での偏光状態は液晶分子の配向によって異なる状態に実現される。

【0052】

まず、暗状態について説明する。電圧印加時に液晶分子の配向状態が電圧印加方向に並び、装置の法線方向に進む光に対して複屈折を持たない場合には、円偏光になった入射光は偏光の変化を伴わずに光反射膜 7 に到達するので、暗状態が実現される。この暗状態を可視波長領域全域で成立させることができれば、黒表示が実現されることになる。

【0053】

これに近い偏光状態を、実質的に可視波長領域で準備するために、本発明者らは次のような条件が必要であることを見出した。すなわち、光学位相差補償板 8 は、主たる可視波長である 400 nm から 700 nm の光に対して四分の 1 波長だけの位相差を与えることのできる位相差、つまり波長 550 nm の光に対するリタデーションで 100 nm から 180 nm の特性とする。そして、光学位相差補償板 9 は、同様の範囲の可視波長に対して二分の 1 波長だけの位相差を与えることのできる位相差、つまり、つまり波長 550 nm の光に対するリタデーションで 200 nm から 360 nm の特性とする。

【0054】

そして、図 2 に示す偏光板 10 と光学位相差補償板 8、9 の配置では、前述のとおり、 $\theta 1 = 75^\circ$ 、 $\theta 2 = 15^\circ$ としたので、 $|2 \times \theta 2 - \theta 1| = 45^\circ$

なので、下式の条件を満たす。

【0055】

$$35^{\circ} \leq |2 \times \theta_2 - \theta_1| \leq 55^{\circ} \cdots (1)$$

この条件を満たす範囲で θ_1 、 θ_2 の各値を変更可能であることは言うまでもないが、その具体的な値は、用いる光学位相差補償板 8、9 2 枚の複屈折の波長分散の組み合わせによって決定するのが望ましい。また、上式 (1) の角度設定によると、 $|2 \times \theta_2 - \theta_1|$ の値の範囲が 20 度あるが、この範囲でどの値を取るのが良いかは、さらに、液晶層 1 に電圧を印加した場合の液晶層 1 の複屈折率差に依存している。すなわち、光学位相差補償板 8、9 と液晶層 1 の複屈折を含めて、光反射膜 7 上で円偏光になるように設定するのが望ましい。この時、十分に電圧を印加した状態の液晶層 1 の複屈折率差は、液晶層 1 の作製精度に大きくは依存しないため、液晶層 1 の作製・製造が容易である。

【0056】

次に、明状態の作用について説明する。前述の式 (1) のように設定された光学位相差補償板 8、9 によって、概ね円偏光になっている入射光を光反射膜 7 上で直線偏光にすることによって明状態が実現されるが、この時の直線偏光の光電界の振動方位は、光反射膜 7 平面内で任意である。つまり、可視波長の光が、波長によって異なる方位の直線偏光になっていても、あるいはすべて同じ方位の直線偏光になっていても、同様に明るい明状態が実現される。これにより、上記暗状態を実現するために概ね円偏光にした液晶層 1 への入射光を、可視波長範囲で任意の方位の直線偏光にするような液晶層 1 の光学的作用を実現することが肝要である。

【0057】

液晶層 1 の電氣的駆動を考慮すると、暗状態が電圧印加状態により実現されるので、明状態は、電圧の印加されていない状態にて実現するか、もしくは、電圧によって液晶分子の配向状態が変化しているが暗状態とは大きく異なる配向の状態で実現することが必要である。明状態の作用を実用上十分な範囲、つまり、可視波長域での十分な明度が確保でき、かつ、容易かつ高歩留まりに製造可能な液晶表示装置に適する液晶組成物の開発が可能な範囲を見出した。その具体的条件

は、液晶層1のねじれネマティック液晶のツイスト角が60度以上100度以下とすることである。そして、その液晶の複屈折率差 Δn と液晶層1の厚さ d との積の $\Delta n d$ 値で250nm以上300nm以下の範囲とするのが好ましい。

【0058】

さらに好ましくは、ツイスト角は65度以上90度以下、かつ、液晶層1の液晶の複屈折率差 Δn と液晶層1の厚さ d との積の $\Delta n d$ 値が250nm以上300nm以下の範囲である。この好ましい範囲の条件は、たとえば液晶層1の厚みを4.5 μ mに設定する液晶表示装置の作製条件を用いても、液晶層1の Δn は0.0667程度の実用的な液晶材料によって実現可能であり、高い実用性の液晶表示装置が製造できる。

【0059】

以下、本発明によるより具体的な実施例を以下に示すが、本発明の範囲がこれらの例のみに限定されるものではない。

【0060】

【実施例】

〔実施例1〕

実施例1として、ねじれネマティック液晶のツイスト角を90度に設定した液晶層に、リタレーションが135nmと270nmの光学位相差補償板をそれぞれ1枚用いた例を示す。

【0061】

実施例1では、前述の図1に示した構造を有する反射型液晶表示装置を作製した。基板5上の光反射膜7は、アルミニウムを用い、光反射性電極とした。また、液晶駆動セルは、液晶導入後に液晶層1の厚さが4.2 μ mになるよう調整された90度にツイストされた液晶層1とし、導入した液晶材料は通常のTFT透過型液晶ディスプレイに使用されている液晶と同様の液晶物性（誘電異方性、弾性、粘性、ネマティック温度範囲、電圧保持特性）を有していて、 Δn だけが0.065に調整されたものを用いた。ここで、液晶層1の厚さと液晶の複屈折率差との積を273nmになるように設定した。

【0062】

本実施例の偏光板10、光学位相差補償板8、及び光学位相差補償板9の配置は、図3に示すように設定した。なお、図3において、11は偏光板10の透過軸方位、12は光学位相差補償板9の遅相軸方位、13は光学位相差補償板8の遅相軸方位、14は基板4上に形成された配向膜2に接触する即ち配向膜2近傍の液晶分子の配向の方位、15は基板5上に形成された配向膜3に接触する即ち配向膜3近傍の液晶分子の配向の方位をそれぞれ示し、この図は液晶表示装置の入射光の方位から観察したものである。そして、これらの配置関係は、図3に示すように、偏光板10の透過軸方位11と光学位相差補償板8の遅相軸方位13とのなす角度 θ_1 を 75° 、偏光板10の透過軸方位11と光学位相差補償板9の遅相軸方位12とのなす角度 θ_2 を 15° 、基板4上の液晶分子の配向方向14と偏光板10の透過軸方位11とのなす角度 θ_3 を 30° としたものである。

【0063】

光学位相差補償板8と光学位相差補償板9とは、ともにポリカーボネイト製の延伸フィルムからなり、光学位相差補償板8は波長550nmの面法線方向の透過光に対して130nmから140nmに制御された位相差を持ち、光学位相差補償板9は同様の光に対して265nmから275nmに制御された位相差を持つ。

【0064】

これらの光学位相差補償板8、9の配置は、作製後の液晶表示装置の正面方位に対する光学特性を良好にする配置であるが、液晶層1と共に傾斜方位からの観察による特性を考慮して設計変更も可能である。例えば、図3に示す本実施例の設定角条件を成立させつつ、傾斜方位への通過光に対する光学位相補償板8、9の位相差を変化させる設計としては、光学位相差補償板8、9のうちの少なくとも1枚を二軸性の光学位相差補償板に変更することで可能である。また、前述の式(1)の範囲内で角度設定を変更できることは言うまでもない。

【0065】

そして、偏光板10としては、誘電体多層膜によるAR層を有する単体内部透過率が45%の偏光板を用いた。

【0066】

以上のような構成の反射型液晶表示装置の反射率の電圧依存性を示すグラフを図4に示す。この反射率の測定には、図5に示すように、本実施例の反射型液晶表示装置に電圧を印加して駆動させた状態で、照明光源装置からの光をハーフミラーを介して基板4側から入射させ、基板5上の光反射膜からの反射光を光検出器にて検出したものである。そして、図4において、反射率100%は、光学位相差補償板を用いずに、被測定装置と同様の偏光板のみを用いた以外は本実施例と同じ液晶表示装置において、液晶未注入の状態での反射率である。また、反射率は、視感輝度率（Y値）を用いた。図4に示す測定結果から、1V程度以下の低い駆動電圧で、高い反射率が得られたことがわかる。

【0067】

〔実施例2〕

実施例2として、ねじれネマティック液晶のツイスト角を70度に設定した液晶層1に、リタレーションが135nmと270nmの光学位相差補償板をそれぞれ1枚用いた例を示す。

【0068】

実施例2では、前述の図1に示した構造を有する反射型液晶表示装置を作製した。基板5上の光反射膜7は、アルミニウムを用い、光反射性電極とした。また、液晶駆動セルは、液晶導入後に液晶層1の厚さが4.5 μ mになるよう調整された90度にツイストされた液晶層1とし、導入した液晶材料は通常のTFT透過型液晶ディスプレイに使用されている液晶と同様の液晶物性（誘電異方性、弾性、粘性、温度特性、電圧保持特性）を有していて、 Δn だけが0.0667に調整されたものを用いた。ここで、液晶層1の厚さと液晶の複屈折率差との積を300nmになるように設定した。

【0069】

本実施例の偏光板10、光学位相差補償板8、及び光学位相差補償板9の配置は、図6(a)，(b)に示すように、2種類の設定をして、2種類のサンプルを作製した。なお、図6(a)，(b)において、前述の図3と同様に、11は偏光板10の透過軸方位、12は光学位相差補償板9の遅相軸方位、13は光学

位相差補償板 8 の遅相軸方位、14 は基板 4 上に形成された配向膜 2 に接触する即ち配向膜 2 近傍の液晶分子の配向の方位、15 は基板 5 上に形成された配向膜 3 に接触する即ち配向膜 3 近傍の液晶分子の配向の方位をそれぞれ示し、この図は液晶表示装置の入射光の方位から観察したものである。

【0070】

そして、一つのサンプルでの配置関係は、図 6 (a) に示すように、偏光板 10 の透過軸方位 11 と光学位相差補償板 8 の遅相軸方位 13 とのなす角度 $\theta 1$ を 75° 、偏光板 10 の透過軸方位 11 と光学位相差補償板 9 の遅相軸方位 12 とのなす角度 $\theta 2$ を 15° 、基板 4 上の液晶分子の配向方向 14 と偏光板 10 の透過軸方位 11 とのなす角度 $\theta 3$ を 40° としたものであり、このサンプルをサンプル 2 a とする。

【0071】

他方のサンプルでの配置関係は、図 6 (b) に示すように、偏光板 10 の透過軸方位 11 と光学位相差補償板 8 の遅相軸方位 12 とのなす角度 $\theta 1$ を 75° 、偏光板 10 の透過軸方位 11 と光学位相差補償板 9 の遅相軸方位 13 とのなす角度 $\theta 2$ を 15° 、基板 4 上の液晶分子の配向方向 14 と偏光板 10 の透過軸方位 11 とのなす角度 $\theta 3$ を 130° としたものであり、このサンプルをサンプル 2 b とする。すなわち、サンプル 2 a とサンプル 2 b とは、 $\theta 3$ が異なり、 $\theta 1$ 及び $\theta 2$ は同じである。

【0072】

なお、これらのサンプルは、上記実施例 1 と同様に、光学位相差補償板 8、9 がともにポリカーボネイト製の延伸フィルムからなり、光学位相差補償板 8 が波長 550 nm の面法線方向の透過光に対して 130 nm から 140 nm に制御された位相差を持ち、光学位相差補償板 9 が同様の光に対して 265 nm から 275 nm に制御された位相差を持つものである。また、偏光板 10 には、誘電体多層膜による AR 層を有する単体内部透過率が 45% の偏光板を用いた。

【0073】

以上のような構成の反射型液晶表示装置 (サンプル 2 a, 2 b) の反射率の電圧依存性を示すグラフを図 7 に示す。図 7 において、曲線 7-1 はサンプル 2 a

の測定結果、曲線 7-2 はサンプル 2 b の測定結果をそれぞれ示す。なお、この反射率は、上記実施例 1 と同様に図 5 に示す測定光学系の配置にて測定されたもので、100% は上記実施例 1 と同様に設定した。図 7 に示す測定結果から、1.5 V 程度以下の低い駆動電圧で、高い反射率が得られたことがわかり、中でも曲線 7-1 で示されるサンプル 2 a の方が高い反射率が得られた。

【0074】

また、以上のような実施例 1 及び実施例 2 の反射型液晶表示装置について、電圧反射率特性を調べた結果を下表 1 に示す。

【0075】

【表 1】

	明状態の明るさ	コントラスト比
実施例 1	90%	10
実施例 2 (サンプル 2 a)	95%	8
実施例 2 (サンプル 2 b)	95%	15

【0076】

表 1 から、いずれにおいても十分な明状態の反射率と、コントラスト比が実現されたことがわかり、目視観察においても良好な反射型液晶表示装置であった。なお、表 1 において、コントラスト比は、明状態（印加電圧は各実施例ごとに最も反射率の高い電圧）の反射率を暗状態の反射率（印加電圧 3 V の値）で除して定義したものである。また、明状態の印加電圧は、各実施例においても最も反射率の高い電圧を用い、暗状態は、印加電圧を 3 V に設定した。

【0077】

なお、表 1 において、明状態の印加電圧として、各サンプルにおける最も反射率の高くなるときの印加電圧に設定し、このときの反射率を明状態の明るさと定義した。一方、暗状態の印加電圧は 3 V に設定し、このときの反射率を用いて、この反射率から上記明状態の反射率を除と、コントラスト比と定義した。

【0078】

〔実施例 3〕

実施例3では、アクティブマトリクス方式による駆動方式により、滑らかな凹凸を有する光反射膜を用いた例について説明する。

【0079】

図8は、本実施例の反射型液晶表示装置の構成構成を示す要部断面図である。図8に示すように、この反射型液晶表示装置16は、第1の基板5と透明なガラスからなる第2の基板4を備え、第1の基板5上にアクティブ素子としてTFT素子17が各画素に形成されている。TFT素子17や駆動用配線(図示せず)上には層間絶縁膜18が形成され、TFT素子17のドレイン端子(図示せず)と光反射性画素電極19とはコンタクトホールを介して電氣的に接続される。光反射性画素電極19上には、配向膜3が100nmの厚さで形成されている。ここで、光反射性画素電極19は、たとえばアルミニウム、ニッケル、クロム、銀や、それを用いた合金などの導電性の金属材料が使用でき、光の反射性を有するものである。そして、光反射性画素電極19の形状は、コンタクトホールの部分を除くと滑らかな凹凸を有しており、金属反射面が鏡面になることを防止しているものである。

【0080】

次に、その形成方法についてさらに詳細に説明する。

上記のTFT素子17および駆動用配線(図示せず)を形成した基板5表面に、感光性樹脂材料からなる大突起20および小突起21をそれぞれ多数形成した。これら大突起20および小突起21は、底部直径D1、D2(図8参照)の円形のパターンをフォトリソグラフィの技術によって多数形成したものである。このD1、D2は、それぞれ例えば5 μ mと3 μ mに設定されている。また、これらの間隔D3は少なくとも2 μ m以上に設定されている。また、これらの突起の高さは、感光性樹脂材料の形成時の膜厚により制御でき、本実施例では1.5 μ mとし、その後の露光工程、焼成工程によって、なだらかな突起に形成した。

【0081】

これに次いで、上記突起20、21を被覆し、これら突起20、21の間の平坦部を埋めるべく、同様の感光性樹脂材料で平滑化膜22を形成した。このようにして、平滑化膜22の表面は、突起20、21の影響を受けて、滑らかな曲面

状に形成され、目的の形状が得られた。なお、上記コンタクトホール部には、突起および平滑化膜22のどちらも形成されないように作製している。

【0082】

以上のような構造のTFT素子基板23を作製することにより、光反射性画素電極19が反射板を兼務して液晶層1の近くに配置されて視差の生じることのなく、しかも、液晶層1を通過し反射性画素電極19によって反射される光がTFT素子17や素子駆動用配線（図示しない）部分のために損なわれることのない、いわゆる開口率の高い明るい反射型液晶表示装置のTFT素子基板23を実現した。

【0083】

一方、上記TFT素子基板23とともに用いる他方の基板には、反射方式に合わせて、高明度化されたカラーフィルタ24を配置した。このカラーフィルタ24には、各画素間に色の混合を防止し、画素電極間の電圧未印加部や電界乱れに伴う暗表示での反射光のものを防止するブラックマトリックス25を配している。このブラックマトリックス25は、ここに入射する光がすでに概ね円偏光になっており、ブラックマトリックス25による反射光は出射時に再度光学位相差補償板の作用を受け偏光板に吸収されるので、低コストの金属膜等を用いてもブラックマトリックス25が反射光を生じて視認性を悪化させることはなかった。なお、さらに、ブラックマトリックス25に低反射処理を行うとより高コントラストな表示に好適であることは言うまでもない。

【0084】

このカラーフィルタ24上に、透明電極6としてITO (Indium Tin Oxide) をスパッタリングによってマスクデポして、140nm厚の所望のパターンを有するTFT素子駆動用の光反射性画素電極19の対向電極6を形成した。そして、その上に配向膜2を形成し、カラーフィルタ基板26とした。なお、透明電極6が140nm厚以外の厚さであっても、入射光が透明電極6の膜厚の干渉効果で液晶層1に到達することなく反射する光は、光学位相差補償板8、9と偏光板10によって吸収されるので、暗状態には影響なく、視認性を損なわない。また、このときに用いられたカラーフィルタ25は、偏光板を利用した高コントラス

ト表示モードに適した明度になるように適正に設計され、ブラックマトリックスの開口率が90%の場合に、カラーフィルタ基板26の透過率がY値で50%であった。

【0085】

このように準備されたTFT素子基板23とカラーフィルタ基板26とに、ラビング法によって配向処理を施し、液晶層1の厚さを保持するためのプラスチックスペーサー（図示せず）の散布、周縁部のシール配置工程をへて対向配置し、位置合わせのうえ加圧下にて硬化させて封止し、液晶注入用液晶セルを準備した。そして、液晶層1には、誘電異方性 $\Delta\epsilon$ が正である液晶材料を真空注入法にて導入した。以後、液晶表示装置の方位の表現は、装置に正対する観察者の上下左右方向を時計の文字盤の向きで、上方位を12時方位として記載する。

【0086】

上記カラーフィルタ基板26の液晶層1と反対側には、ポリカーボネイト製の延伸フィルムからなる光学位相補償板8及び光学位相差補償板9とが設けられ、さらにその上には、偏光板10が配置されている。

【0087】

本実施例の偏光板10、光学位相差補償板8、及び光学位相差補償板9の配置は、図9に示すように設定した。なお、図9において、11は偏光板10の透過軸方位、12は光学位相差補償板9の遅相軸方位、13は光学位相差補償板8の遅相軸方位、14はカラーフィルタ基板26上に形成された配向膜2に接触する即ち配向膜2近傍の液晶分子の配向の方位、15はTFT素子基板23上に形成された配向膜3に接触する即ち配向膜3近傍の液晶分子の配向の方位をそれぞれ示すものである。ここで、カラーフィルタ基板26上の配向膜2の配向処理方位14は装置の3時方位になるように作製している。

【0088】

そして、これらの配置関係は、図9に示すように、偏光板10の透過軸方位11と光学位相差補償板8の遅相軸方位13とのなす角度 θ_1 を 75° 、偏光板10の透過軸方位11と光学位相差補償板9の遅相軸方位12とのなす角度 θ_2 を 15° 、カラーフィルター素子基板24近傍の液晶分子の配向方向13と偏光板

10の透過軸方位11とのなす角度 θ_3 を 130° としたものである。

【0089】

また、液晶層1は液晶材料導入後に $4.0 \sim 5.0 \mu\text{m}$ の層厚になるよう調整された液晶層を用い、液晶は Δn が0.0667のものを用い、液晶層厚と複屈折率差の積を概ね 300 nm になるように設定した。液晶層1の層厚は、光反射性画素電極19の凹凸のため、位置によって異なる値をもつ。

【0090】

さらに、このようにして作製された液晶表示パネルの周囲に駆動用回路を実装し、反射型液晶表示装置とした。

【0091】

本実施例の反射型液晶表示装置では、光反射性画素電極19が液晶層1の近くに配置されているので、視差がなく、良好な高解像度表示が実現された。反射光は、光反射性画素電極19に付与した凹凸形状により、観察者の顔が写り込むことがなく、良好な白表示を実現できた。さらに、散乱性を有するものが液晶表示装置の前面に配置されないので、良好な暗状態を示し、それらのため、高コントラスト比の表示となった。

【0092】

また、高明度のカラーフィルタを使用したので、偏光板を利用した表示であっても十分な明度が確保でき、暗状態の反射率が低く、この暗状態に選択された色要素による反射光が明状態に選択された色要素の反射光とともに観察されて色純度が悪化することが無い。これにより、高明度のカラーフィルタで彩度が低いにもかかわらず、カラーフィルタ24の色再現範囲を損なうことのない良好な色再現性であった。

【0093】

また、各画素に印加される電圧が暗状態と明状態との中間状態に設定されることによって、中間調の再現にも問題無く、したがって、カラーフィルタの各色の中間色彩の表現にも問題無かった。また、実際の駆動においても応答速度は動画再現に問題無いことを確認した。

【0094】

以上のように、多階調表示可能で、動画表示の可能な、良好な色再現範囲を確保した反射型液晶表示装置が実用的な作製法により実現できた。

【0095】

〔実施例4〕

実施例4として、面内に異方性を有するような凹凸形状の光反射膜を作製することによって明度の向上を図り、さらにその明度の高い方位に液晶層の傾斜視角の良好な方位を向けた例について説明する。

【0096】

実施例4では、実施例3で作製した反射型液晶表示装置の光反射性画素電極19の凹凸形状を、異なるパターンで作製し、凹凸形状を反射性電極の形成された平面内の方位によって異なるものを作製した。

【0097】

本実施例においては、上記条件を満たすパターンのものとして、図10の要部拡大平面図に示すように、凹凸形状は円形ではなく楕円形で、方向性を有するものを作製した。この凹凸形状の光反射膜のみの光反射板の反射特性を、図11に示すような測定系の配置で測定した。つまり、図11に示すように、照明光を30°傾斜方位から入射させ、光反射板面の法線方位に向かう反射光強度を、その光源を回転させ反射の異方性を測定した。

【0098】

その結果は図12に示すようなものになり、特定の方位からの光を効率よく液晶表示装置正面に向けていることが確認された。ただし、液晶材料の屈折率が空気とは大きく異なっていることを考慮し、測定に際しては光反射板面に屈折率1.516のインマージョンオイル（マッチングオイル）を滴下し、その上から透明なガラス板を貼付して測定した。また、測定値は、100%がMgOの標準拡散板（標準白色板）を同様に測定した場合の値になるよう、換算して得られたものである。図12において、曲線12-1は本実施例の異方性拡散性反射板の測定換算値であり、曲線12-2は実施例3で用いたものと同様の拡散性反射板の同様の測定換算値である。

【0099】

この結果、図12に示すように、本実施例の凹凸形状の平均周期が反射板面内で変化しているような方向性の反射板による曲線12-1では、照明光の入射方位 ϕ の変化に伴って、反射明度（反射光強度）が大きく変化している。これに対して、凹凸形状に異方性がない反射板（実施例3）による曲線12-2では、その照明光の入射方位 ϕ の変化に伴う反射明度（反射光強度）の変化がそれほど大きくない。

【0100】

これらのことから、本願発明者らは、反射明度を高めるに、本実施例にて用いた反射板のように、平均凹凸周期が反射板面内の方位によって変化するような方向性（異方性）が有力な手段となることを見出したものである。さらに、図12において $\phi = 90^\circ$ 、 270° の方位が凹凸形状の平均周期の短い方位であり、このように、平均周期の短い方位からの照明光の反射明度が高いことが確認されたことになる。

【0101】

このような特徴を有する光反射板を備えたTFT素子基板23と、実施例3と同様に作製されたカラーフィルター基板26とに、実施例3と同様の配向膜2、3を形成し配向処理を行って（ツイスト角 70° ）、4種類のサンプルを作製した。これらのサンプルでは偏光板10、光学位相差補償板8、及び光学位相差補償板9の配置が異なり、それらの配置は図13（a）～（d）に示すようなものである。なお、図13（a）～（d）において、前述の図9と同様に、11は偏光板10の透過軸方位、12は光学位相差補償板9の遅相軸方位、13は光学位相差補償板8の遅相軸方位、14はカラーフィルター基板26上に形成された配向膜2に接触する即ち配向膜2近傍の液晶分子の配向の方位、15はTFT素子基板23上に形成された配向膜3に接触する即ち配向膜3近傍の液晶分子の配向の方位をそれぞれ示し、この図は液晶表示装置の入射光の方位から観察したものである。

【0102】

すなわち、図13（a）に示すサンプルでの配置関係は、偏光板10の透過軸

方位11と光学位相差補償板8の遅相軸方位13とのなす角度 θ_1 を 75° 、偏光板10の透過軸方位11と光学位相差補償板9の遅相軸方位12とのなす角度 θ_2 を 15° 、カラーフィルタ基板26上の液晶分子の配向方向14と偏光板10の透過軸方位11とのなす角度 θ_3 を 130° としたものであり、このサンプルをサンプル4aとする（上記実施例3と同様のもの）。なお、カラーフィルタ基板26上の液晶分子の配向方向14を3時方向に平行としている。

【0103】

また、図13（b）に示すサンプルでの配置関係は、偏光板10の透過軸方位11と光学位相差補償板8の遅相軸方位13とのなす角度 θ_1 を 75° 、偏光板10の透過軸方位11と光学位相差補償板9の遅相軸方位12とのなす角度 θ_2 を 15° 、カラーフィルタ基板26上の液晶分子の配向方向14と偏光板10の透過軸方位11とのなす角度 θ_3 を 130° としたものであり、このサンプルをサンプル4bとする。なお、カラーフィルタ基板26上の液晶分子の配向方向14を12時方向に平行としている。

【0104】

また、図13（c）に示すサンプルでの配置関係は、偏光板10の透過軸方位11と光学位相差補償板8の遅相軸方位13とのなす角度 θ_1 を 75° 、偏光板10の透過軸方位11と光学位相差補償板9の遅相軸方位12とのなす角度 θ_2 を 15° 、カラーフィルタ基板26上の液晶分子の配向方向14と偏光板10の透過軸方位11とのなす角度 θ_3 を 40° としたものであり、このサンプルをサンプル4cとする。なお、カラーフィルタ基板26上の液晶分子の配向方向14を3時方向に平行としている。

【0105】

また、図13（d）に示すサンプルでの配置関係は、偏光板10の透過軸方位11と光学位相差補償板8の遅相軸方位13とのなす角度 θ_1 を 75° 、偏光板10の透過軸方位11と光学位相差補償板9の遅相軸方位12とのなす角度 θ_2 を 15° 、カラーフィルタ基板26上の液晶分子の配向方向14と偏光板10の透過軸方位11とのなす角度 θ_3 を 40° としたものであり、このサンプルをサンプル4dとする。なお、カラーフィルタ基板26上の液晶分子の配向方向14

を12時方向に平行としている。

【0106】

なお、これらのサンプルは、光反射板作製の凹凸形状パターン作製工程以外は上記実施例3と同様に作製されたものである。

【0107】

このような凹凸形状の光反射板を持つ各サンプルの反射型液晶表示装置を、目視観察したところ、各サンプル4a～4dにおいて、上記実施例3のものよりさらに正面方向から観察すると明度の高い表示が実現され、異方性凹凸の明度向上効果が発現した。この時、反射明度が高いのは、12時方位と6時方位から照明光が入射した場合であった。さらに、正面方位から照明し、傾斜方位からの観察においても、同様に12時方位と、6時方位で明度が高かった。

【0108】

さらに、これらのサンプルの液晶表示装置に正面方位から照明光を入射させ、正面より45度傾斜したさまざまな方位から観察したところ、サンプル4aとサンプル4dは、反射明度が高い傾斜方位である6時方位および12時方位での表示が良好な方位が一致し、明度の高い観察方位からは特に傾斜に伴う表示変化は感じられなかった。一方、サンプル4bとサンプル4cは、明度の高い方位である6時方位及び12時方位の表示にコントラスト比の悪化が観察された。

【0109】

これは、液晶表示変調層（液晶層1）のもっとも視認性の優れた視野角方位は、異なる θ 3の値に対して異なっていることを示している。また、この視認性の良好な方位を上記の光反射板の異方性凹凸形状の明度の高い方位に一致させたサンプル4a及びサンプル4dによって、本発明の偏光板と光学位相差補償板と液晶変調層（液晶層）の高いコントラスト比を生かした高品位表示が可能になった。

【0110】

なお、本発明の液晶表示装置の主たる使用環境にあわせて本実施例で用いた光反射板の異方性凹凸形状の方位を他の方位に設定することも可能であり、かつ、その場合には液晶配向と偏光板および光学位相差補償板の設定角を同様に高角度

な方位に傾斜視野角特性の良好な方位に向けることが同様の効果をもたらすことは言うまでもない。

【0111】

〔実施例5〕

次に、実施例5として、本発明の反射型液晶表示装置の主な利用分野である携帯機器における情報入力手段としてのタッチパネルを用いたタッチパネル一体型反射型液晶表示装置の実施例について説明する。

【0112】

まず、本実施例で用いたタッチパネルの概略構成を、その要部断面図である図14に示す。図14に示すように、このタッチパネル31は、押圧位置検出用の透明電極30が形成された支持基板28と、押圧位置検出用の透明電極29が形成された可動基板27とが、空隙を介して、透明電極29、30が対向するようにして配置されて構成される平面状感圧素子である。なお、可動基板27および支持基板28ともに複屈折を持たないものを用いた。

【0113】

本実施例の概略構造を図15の要部断面図に示す。図15に示すように、本実施例のタッチパネル一体型反射型液晶表示装置は、タッチパネル31の可動基板27上に光学位相差補償板8、光学位相差補償板9、偏光板10を貼付し、これが上記実施例3の偏光板10及び光学位相差補償板8、9の貼付されていないものと同様の構造の液晶駆動セルの表示面側に配置されたものである。このとき、液晶層1の配向方位と偏光板10及び光学位相差補償板8、9の配置は前述の図9に示したの同様のもの（実施例3）であり、また、タッチパネル以外の構成は同様である。なお、タッチパネルの支持基板28と反射型液晶表示装置のカラーフィルタ基板26の空隙を一定に保つことによって押圧力伝達防止効果を持たせるべく、空隙32を設け、押圧力緩衝部材を用いることなく軽量にタッチパネルへの押圧力がカラーフィルタ基板26に伝わらないよう構成した。

【0114】

また、比較例として、図16の要部断面図に示すような構造のタッチパネル一体型反射型液晶表示装置の作製した。すなわち、比較例の構造は、上記実施例3

の構造のものの偏光板10の上部に、図14に示したタッチパネル31を配置したものである。したがって、本実施例と比較例とにおいて異なる点は、タッチパネル31の配置位置だけである。

【0115】

次に、これら本実施例と比較例との比較を行った。まず、比較例のものでは、タッチパネルでの反射光成分が直接観察されて大きく視認性を劣化させた。この反射光は、押圧位置検出用透明電極29、30に挟持された空隙によるものだけではなく、タッチパネル支持基板28と偏光板10に挟持された空隙によっても生じていた。

【0116】

これに対して、本実施例のものでは、比較例で発生したような反射光成分はまったく観察されず、タッチパネルを用いない場合（実施例3）と同様に、非常に良好な表示を示した。そして、本実施例のものでは、比較例のように、タッチパネルの押圧位置検出用透明電極29、30に挟持された空隙によるものも観察されなかった。さらに、押圧力伝達防止用空隙32とタッチパネル支持基板28との界面、タッチパネル支持基板28と液晶表示装置のカラーフィルタ基板26との界面による反射も観察されなかった。したがって、実施例5によれば、押圧力緩衝部材が不要で軽量で、かつ、表示装置が入力装置の反射防止手段によるところの円偏光状態を有効に表示に利用できる、入力装置（タッチパネル）一体型反射型液晶表示装置が実現できた。

【0117】

また、詳細は示さないが、タッチパネル31の可動基板27を省略し、光学位相差補償板8の液晶層1側に透明電極29を直接配置して、より簡便かつ軽量な構成が可能であった。

【0118】

【発明の効果】

以上の説明したように、本発明の反射型液晶表示装置によれば、光反射膜等の光反射板の反射面を液晶層側に設置することができ、良好な暗状態を実現できる。よって、視差のない、高コントラストの高精細で動画表示可能な反射型液晶表

示装置が実現できる。

【0119】

また、本発明の反射型液晶表示装置に高明度が調整されたカラーフィルタを用いれば、良好な色再現性を有した表示品位の高いカラー表示反射型液晶表示装置を実現することができる。

【0120】

また、本発明のタッチパネル一体型反射型液晶表示装置によれば、上記本発明の反射型液晶表示装置にタッチパネルを付加する場合に、偏光板と2枚の光学位相差補償板と組み合わせたタッチパネルを配置するとにより、表示特性に悪影響を及ぼす反射光の発生を防止し、高品位のタッチパネル一体型反射型液晶表示装置が実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明による実施形態の反射型液晶表示装置の概略構造を示す要部断面図である。

【図2】

実施形態の偏光板と2枚の光学位相差補償板との配置の設定方位を示す図である。

【図3】

実施例1の偏光板と2枚の光学位相差補償板との配置の設定方位を示す図である。

【図4】

実施例1の反射型液晶表示装置の反射率の電圧依存性の測定値を示す図である。

【図5】

実施例1の反射型液晶表示装置の反射率の電圧依存性を測定した測定光学系を示す配置概念図である。

【図6】

実施例2の偏光板配置方向と2枚の光学位相差補償板の配置方向と液晶層の液

晶配向との設定方位を示す図であり、(a)はサンプル2aの設定方位、(b)はサンプル2bの設定方位を示す図である。

【図7】

実施例2の反射型液晶表示装置の反射率の電圧依存性の測定値を示す図である。

【図8】

実施例3の反射型液晶表示装置の概略構造を示す要部断面図である。

【図9】

実施例3の反射型液晶表示装置の偏光板配置方向と2枚の光学位相差補償板の配置方向と液晶層の液晶配向との設定方位を示す図である。

【図10】

実施例4の反射型液晶表示装置に用いた光反射板の凹凸形状を示す部分拡大平面図である。

【図11】

実施例4の反射性電極(光反射板)の反射特性の測定光学系の測定方位を示す概念図である。

【図12】

図11の測定系による実施例4の反射性電極(光反射板)の反射特性の測定値を示す図である。

【図13】

実施例4の反射型液晶表示装置の偏光板配置方向と2枚の光学位相差補償板の配置方向と液晶層の液晶配向との設定方位を示す図であり、(a)はサンプル4aの設定方位、(b)はサンプル4bの設定方位、(c)はサンプル4cの設定方位、(d)はサンプル4dの設定方位を示す図である。

【図14】

実施例5のタッチパネル一体型反射型液晶表示装置に用いたタッチパネルの概略構造を示す要部断面図である。

【図15】

実施例5のタッチパネル一体型反射型液晶表示装置の概略構造を示す要部断面

図である。

【図16】

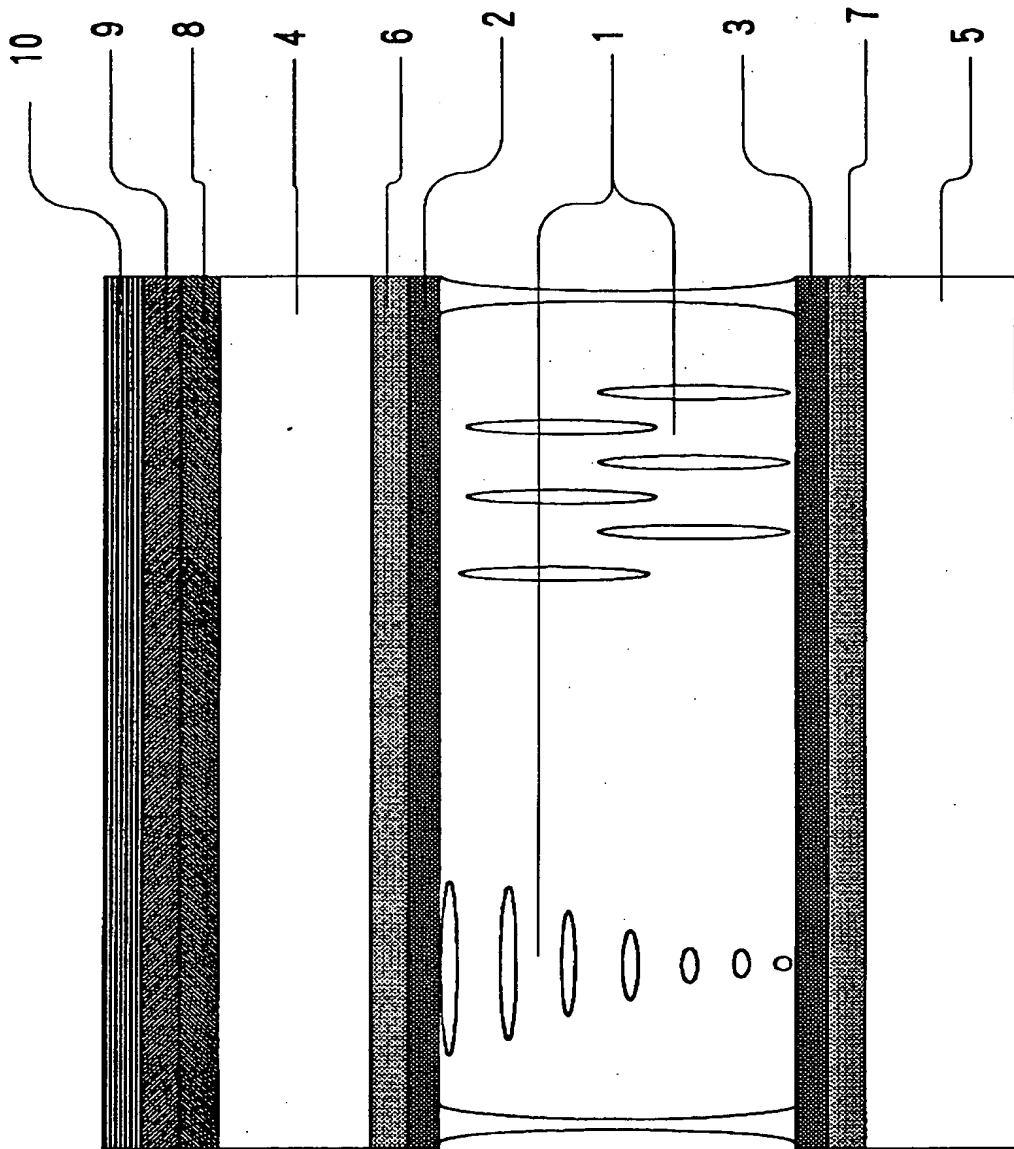
比較例のタッチパネル一体型反射型液晶表示装置の概略構造を示す要部断面図である。

【符号の説明】

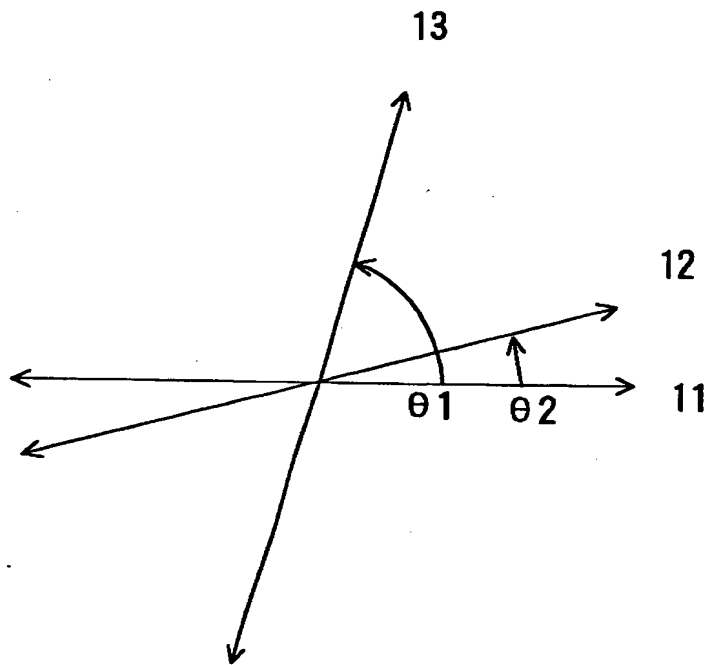
- 1 液晶層
- 2, 3 配向膜
- 4, 5 基板
- 6 透明電極
- 7 光反射膜（光反射性膜電極）
- 8, 9 光学位相差補償板
- 10 偏光板
- 11 偏光板透過方位
- 12 第2の光学位相差補償板の遅相軸方位
- 13 第1の光学位相差補償板の遅相軸方位
- 14 第2の基板上の液晶配向の方位（配向処理方向）
- 15 第1の基板上の液晶配向の方位（配向処理方向）
- 16 反射型液晶表示装置
- 19 光反射性画素電極
- 31 タッチパネル（平面状感圧素子）
- 32 押圧力伝達防止用空隙

【書類名】 図面

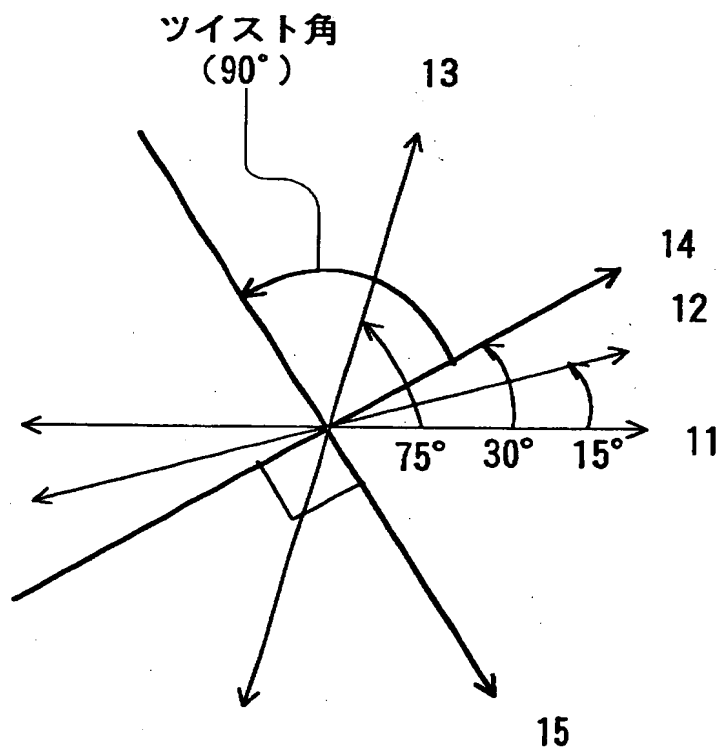
【図1】



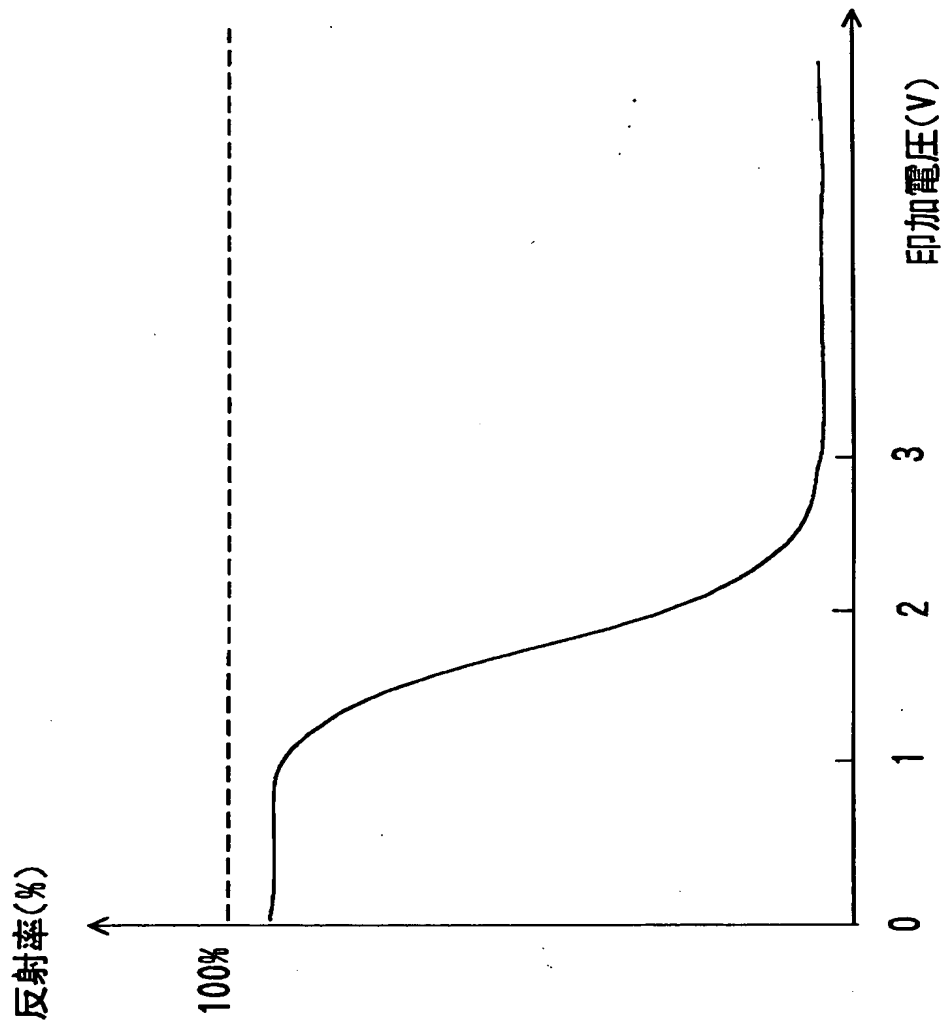
【図2】



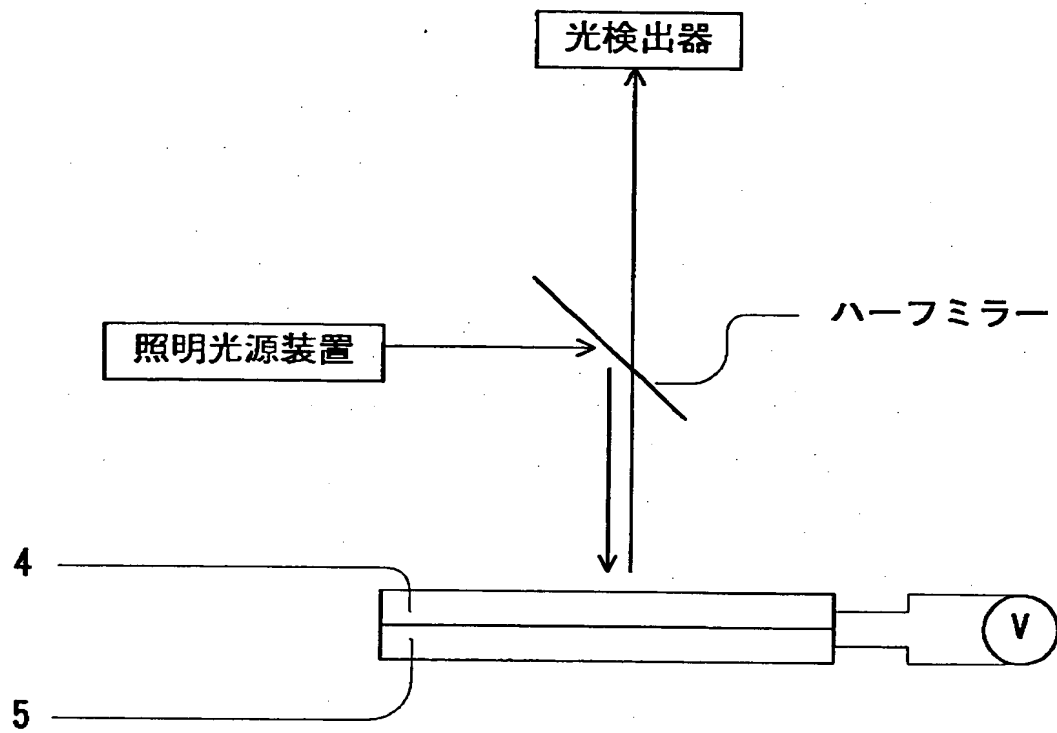
【図3】



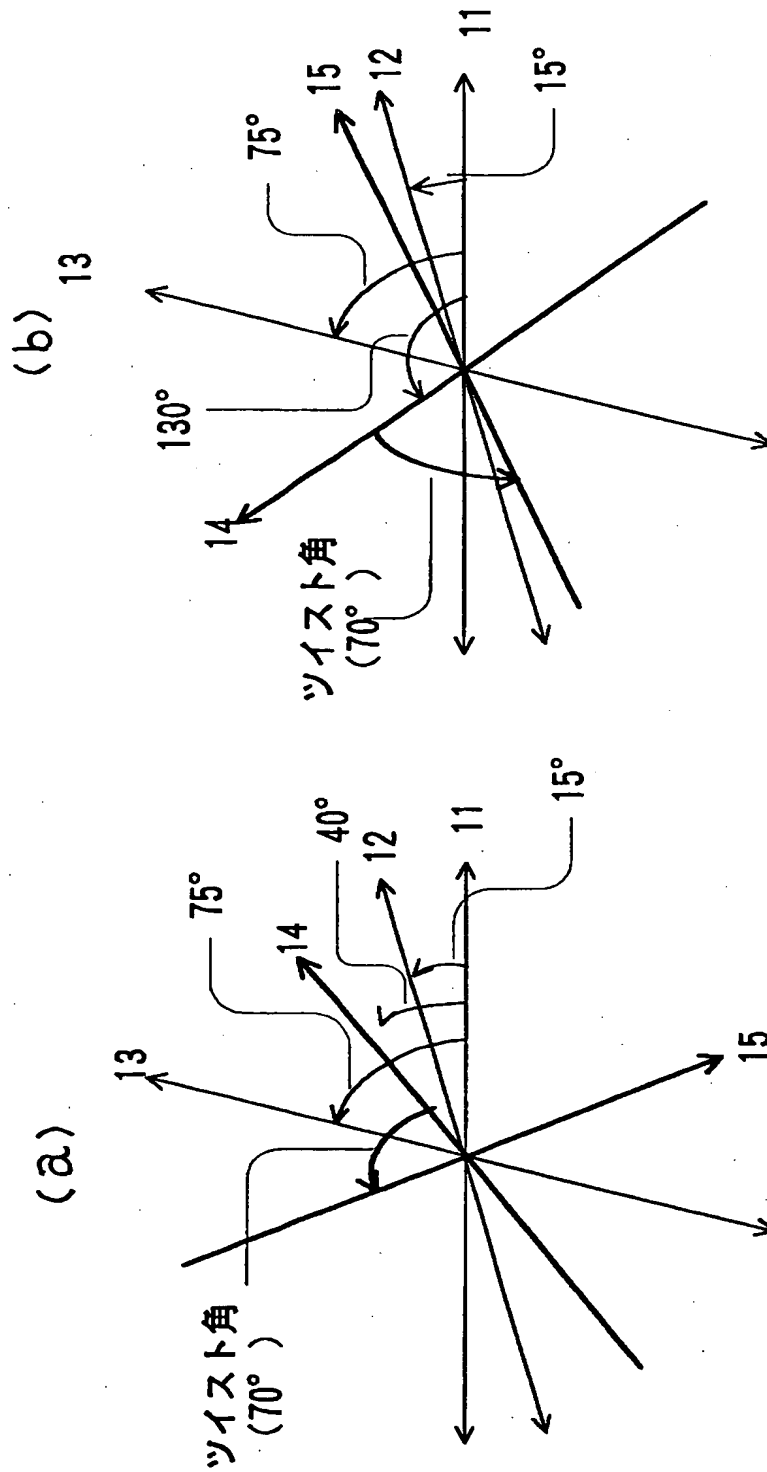
【図4】



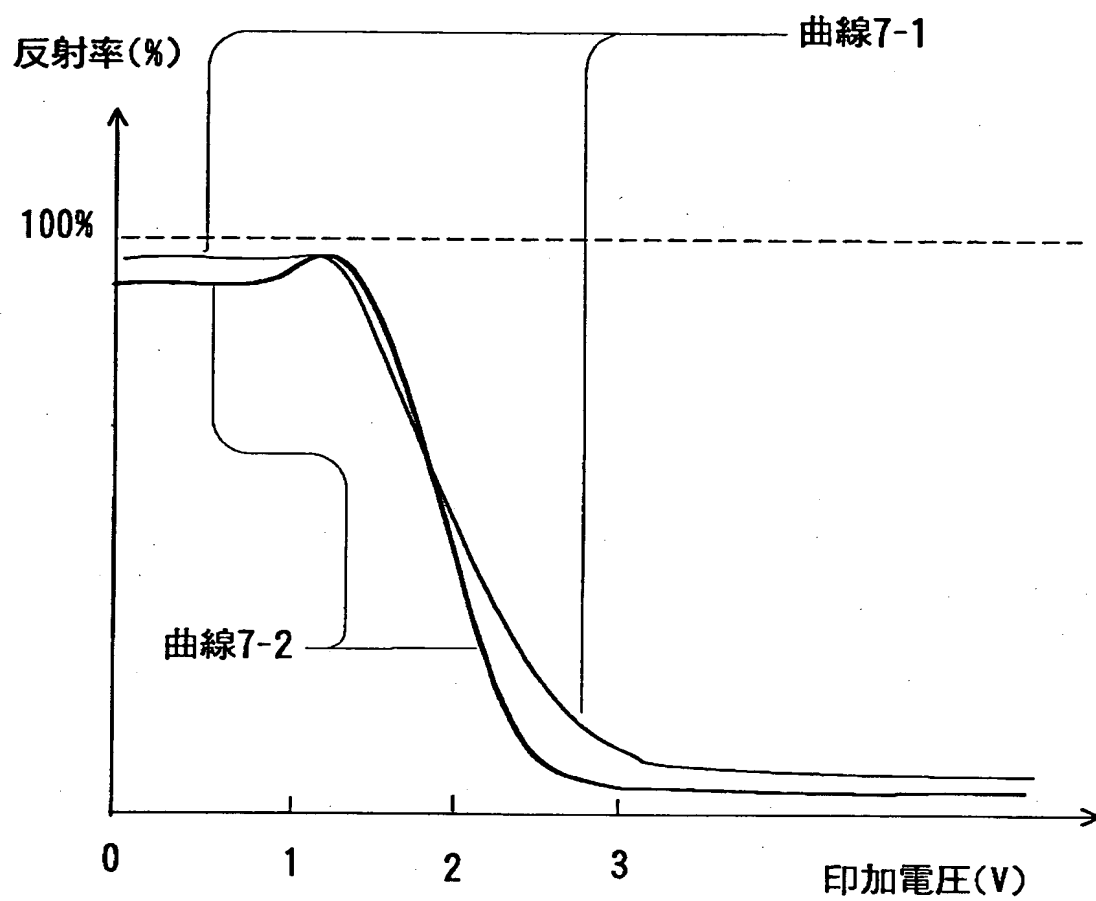
【図5】



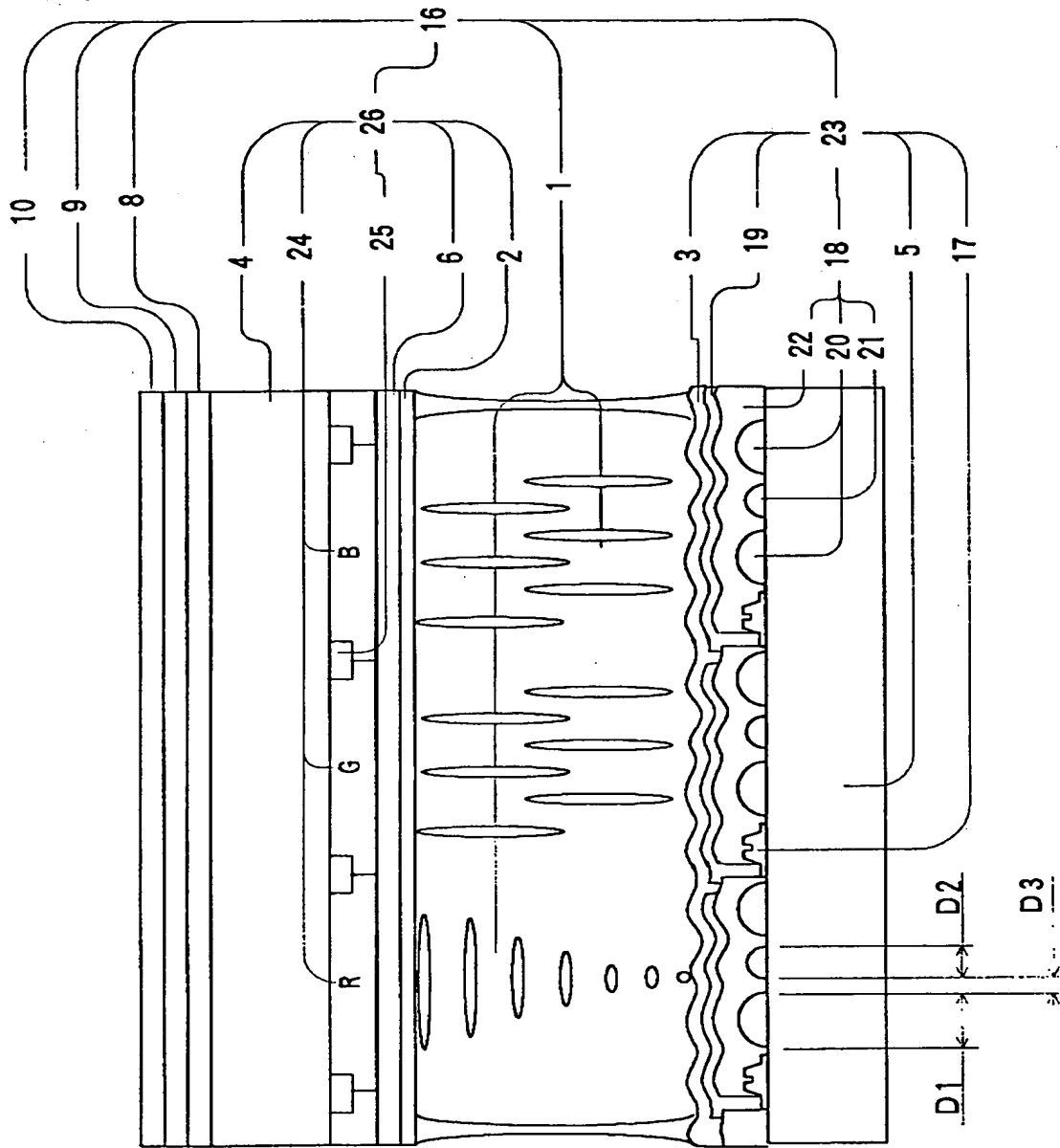
【图 6】



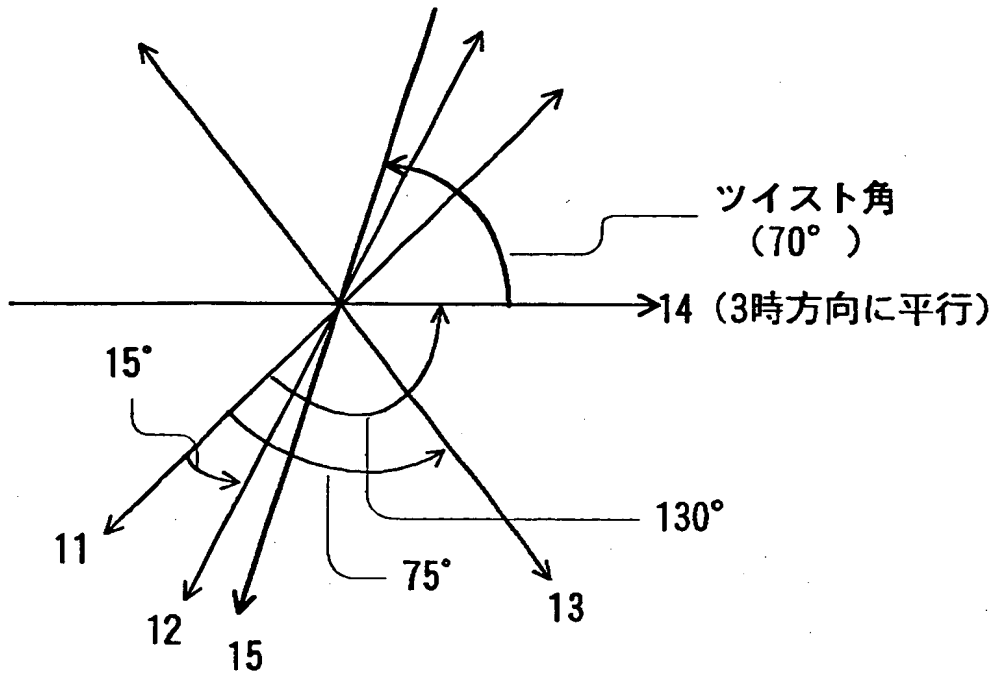
【図7】



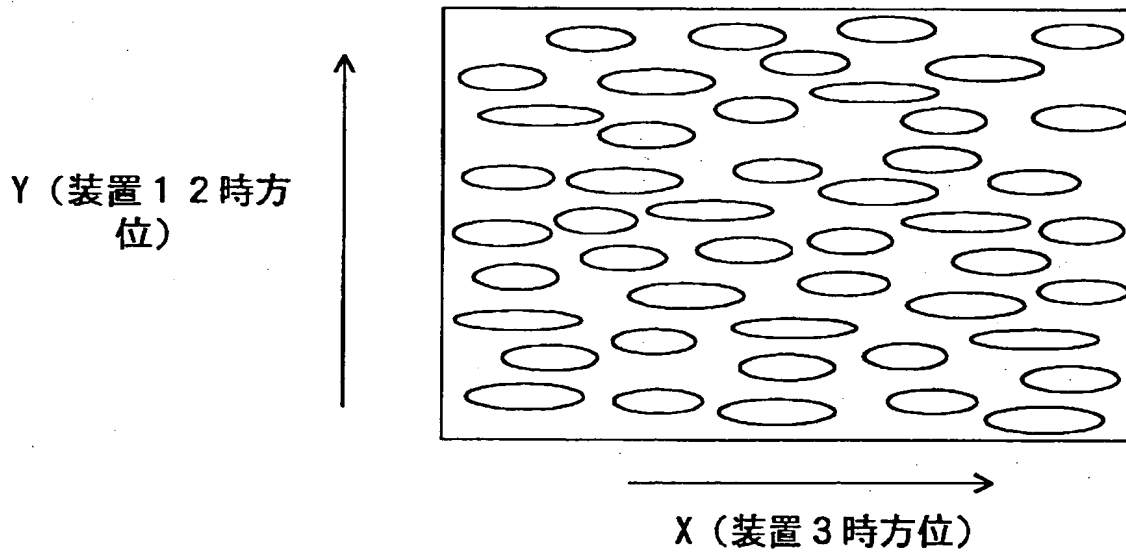
【図8】



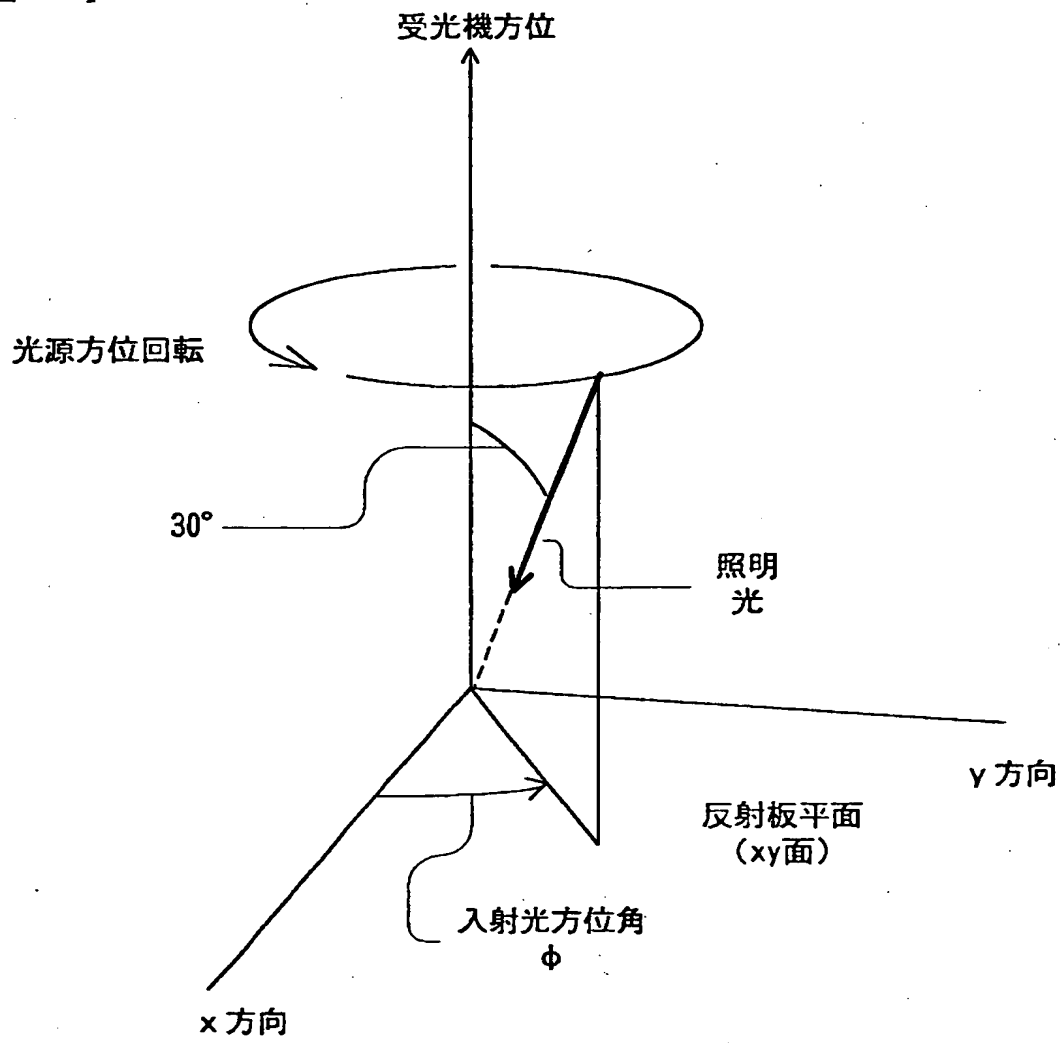
【図9】

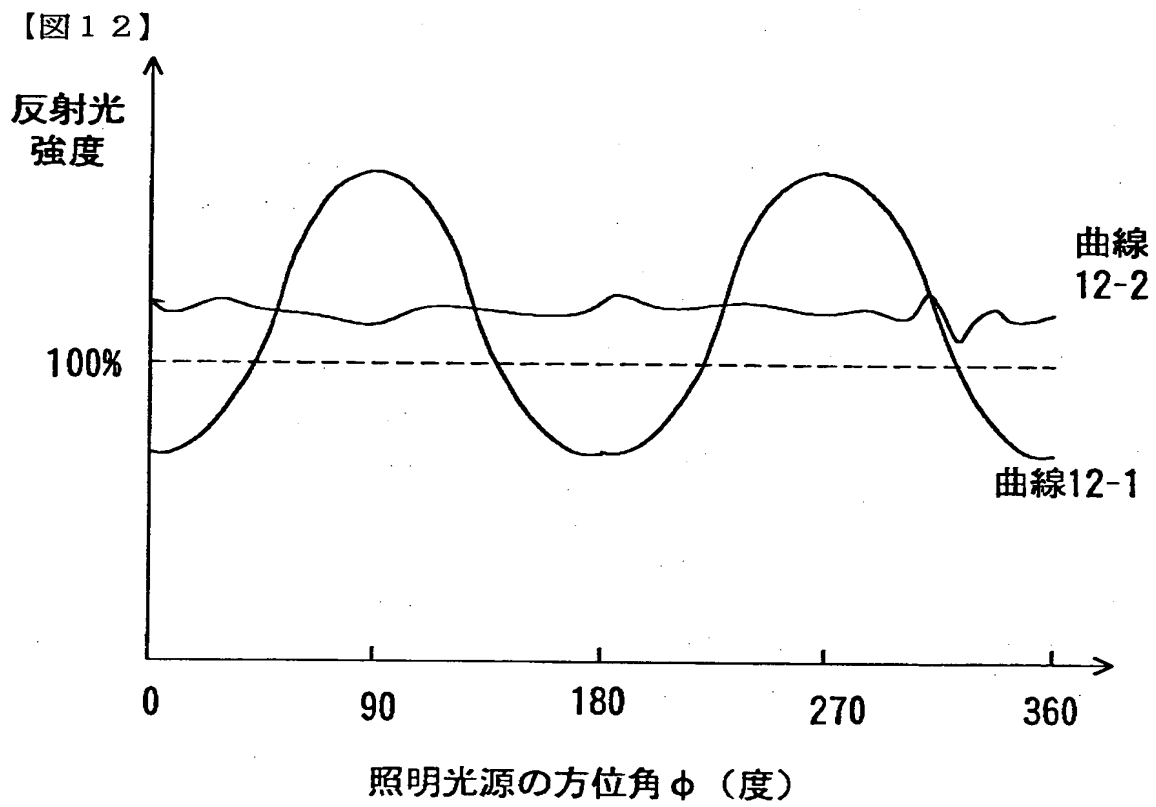


【図10】

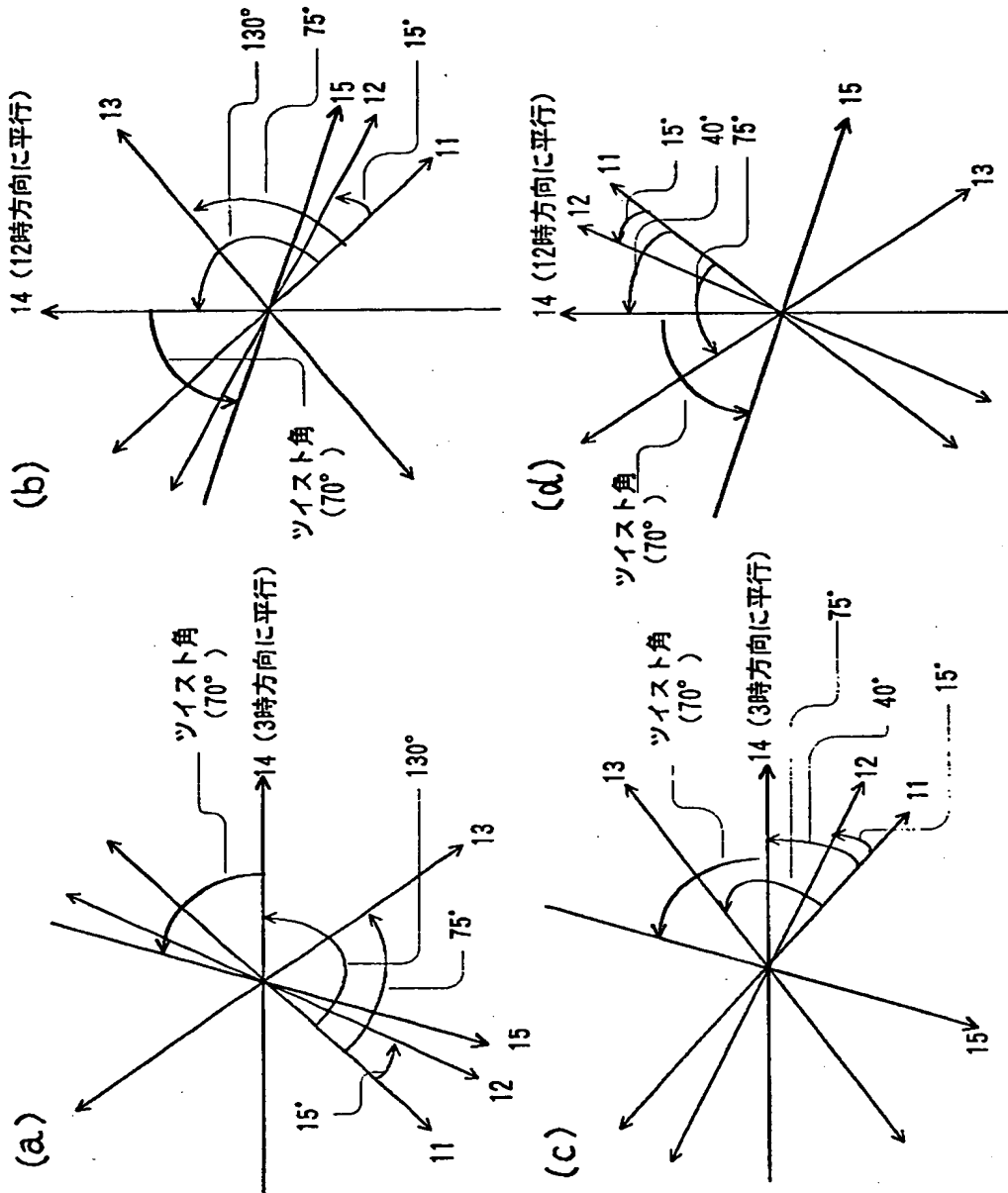


【図11】

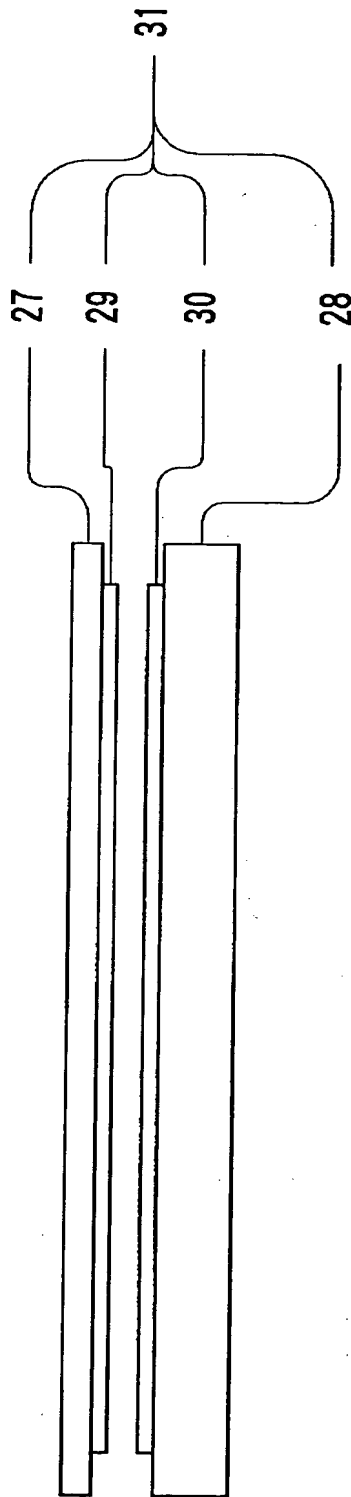




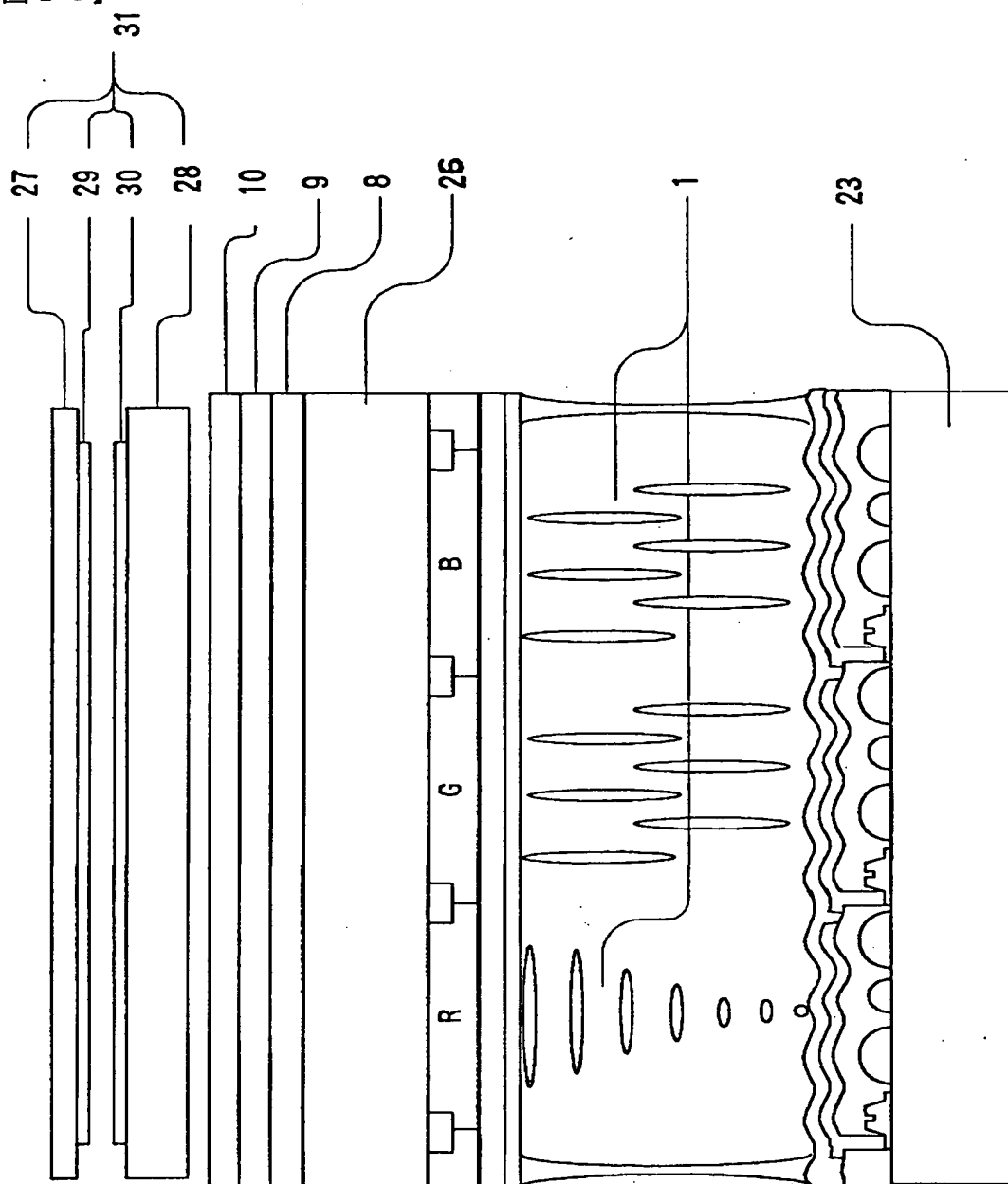
【図13】



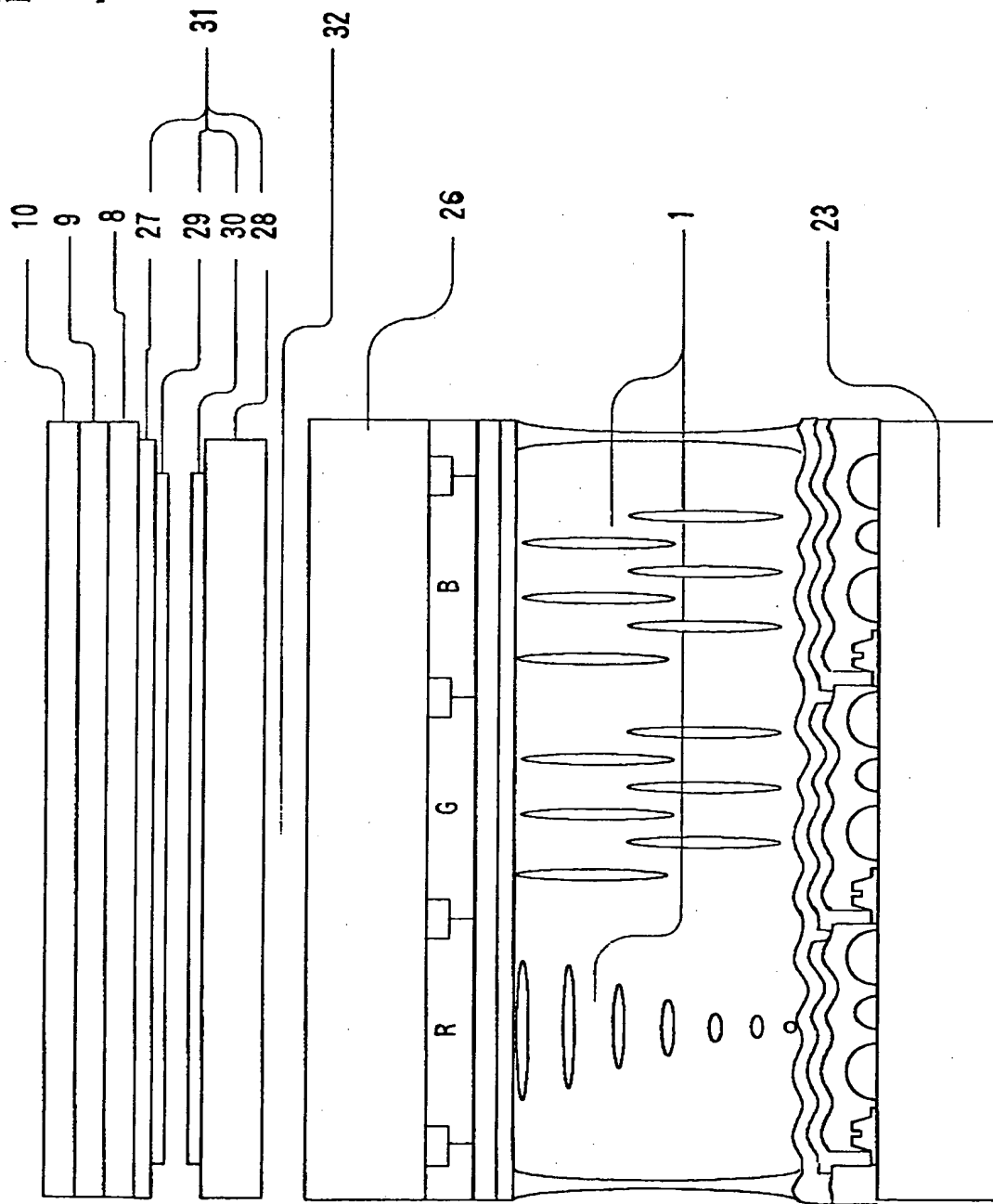
【図14】



【図15】



【図16】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 本発明は、コントラスト比が高く見易い多色表示可能な反射型カラー液晶表示装置及びそれから構成され押圧感知入力装置を設けても表示を損なわないタッチパネル一体型液晶表示装置を提供する。

【解決手段】 光反射性基板5と、基板4と、基板4-基板5間に正の誘電異方性を有するTN液晶が挟持された液晶層1と、第1の光学位相差補償板8と、第2の光学位相差補償板9と、偏光板10とから構成される反射型液晶表示装置において、①光学位相差補償板8, 9の基板方法線方向のリタデーション、②偏光板10の透過軸又は吸収軸と光学位相差補償板8, 9との遅相軸とのなす角度、③液晶層1のツイスト角、④液晶層1の液晶の複屈折率差と液晶層厚との積、⑤基板5近傍の液晶分子の配向方向と偏光板10の透過軸又は吸収軸とのなす角度の①～⑤を最適化する。

【選択図】 図1

【書類名】

職権訂正データ

【訂正書類】

特許願

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】

000005049

【住所又は居所】

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

【氏名又は名称】

シャープ株式会社

【代理人】

申請人

【識別番号】

100096622

【住所又は居所】

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社内

【氏名又は名称】

梅田 勝

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005049]

1. 変更年月日 1990年 8月29日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
氏 名 シャープ株式会社

THIS PAGE BLANK (USPTO)